Aus der Medizinischen Klinik und Poliklinik
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Fr. Koch

Funktionsprüfungen des Herzens und des Kreislaufs

Wege und Methoden der Forschung.

Untersuchungen über eine an der Tübinger Medizinischen Universitätsklinik durchgeführte Herz- und Kreislauffunktionsprüfung an Herzgesunden.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von
Helmut Widmann
aus Stuttgart

1939

Buchdruckerei Karl Bölzle, Tübingen, Marktgasse 10

Dekan: Prof. Dr. Usadel

Berichterstatter: Prof. Dr. Bock

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät
der Universität Tübingen

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Wege und Methoden der Forschung.

Im gesamten Schrifttum der Inneren Medizin finden wir immer wieder die Frage nach der Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Herzens kranker und gesunder Menschen. Zahlreiche Autoren versuchen zu einer Klärung dieser Frage beizutragen; sie versuchen durch die verschiedensten Ueberlegungen und Methoden zu einer brauchbaren Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs zu gelangen.

Im Rahmen dieser Arbeit soll zunächst eine Uebersicht über die verschiedenartigen Wege und Ergebnisse dieser Forschungen gegeben werden.

So mannigfaltig die zahlreichen Methoden auch letzten Endes sein mögen, sie suchen alle ein Maß für die Herzkraft, für die Leistung des ganzen Herz- und Gefäßsystems zu finden. Der meistbegangene Weg ist die Bestimmung und Auswertung der nach körperlichen Anstrengungen auftretenden Aenderungen des Blutdrucks, der Frequenz der Herztätigkeit, der Atmung. Gleichzeitig finden der Gesamteindruck des zu Untersuchenden, eine u. U. auftretende Zyanose oder Rythmusstörungen ihre entsprechende Festlegung und Auswertung.

Zahlreiche Einwände und kritische Zwischenbemerkungen sind aufs engste mit jeder Forschung nach einer Funktionsprüfung verbunden. Wir wollen die hauptsächlichsten Schwierigkeiten, die sich aus dem Studium der Literatur und aus unseren eigenen Versuchen ergeben, jetzt schon erwähnen.

Bei der Mehrzahl aller Methoden handelt es sich um Belastungsproben des Herzens und des Kreislaufs. Die Reaktion des Organismus, insbesondere die Reaktion des Herzens und des Kreislaufapparates auf eine Belastung dienen uns als Maß für die Funktionstüchtigkeit dieser Organe. Es ist notwendig zu betonen, daß diese Belastungsproben uns kein getreues Bild der Funktionen des Zirkulationsapparates allein vermitteln. Sehen wir auch zunächst von nervösen und psychischen Einflüssen, die eine sehr große und wichtige Bedeutung innerhalb dieser Untersuchungen einnehmen, ab, so handelt es sich bei der Belastungsprobe immer nur um eine Leistungsprüfung des gesamten Organismus, keineswegs jedoch um die alleinige Reaktion des Zirkulationsapparates.

Bei den Aufgaben des heutigen Arztes hat eine solche Leistungsprüfung, die in der Lage ist, neben ihren Aussagen über Herz- und Kreislauf, ein Bild des Gesamtorganismus, aber auch der persönlichen Haltung, der psychischen Reaktion, annähernd wiederzugeben, ihre große Bedeutung. Es sei nur an die Untersuchungen in der Wehrmacht, SA und HJ erinnert.

Die Belastung des Herzens und des Kreislaufs durch körperliche Arbeit, als der am häufigsten zur Funktionsprüfung herangezogenen Leistung, ist in sich selbst eine außerordentlich wechselnde, relative Größe. Wenn man nun auch versucht eine gleichbleibende Belastung, d. h. eine Belastung, die immer unter denselben äußeren Bedingungen abläuft, zu den Funktionsprüfungen heranzuziehen, so ist die Reaktion, der Bedarf an Energiemengen für jeden einzelnen Menschen verschieden. Wie bereits oben erwähnt, ist es unmöglich die Leistungen des Herzens und des Kreislaufs isoliert zu betrachten. Wir lassen ja bei unserer Belastung die Skelettmuskulatur Arbeit verrichten. Der erhöhte Stoffumsatz dieser Muskulatur wird nicht allein durch Vermittlung des Zirkulationsapparates den arbeitenden Zellen zur Verfügung gestellt. Der Chemismus der Zelle selbst muß mit allen seinen Wechselbeziehungen in den Ergebnissen enthalten sein. Weitere Faktoren, die eine verschiedene Bewertung der angewandten Arbeitsleistung bedingen sind Alter, Konstitution, dann in ganz besonderem Maße die geleistete werktägige Arbeit, das Training.

Es ist unmöglich, die auf Grund irgendeiner Funktionsprüfung in einer bestimmten Zeitspanne gewonnenen Ergebnisse als allein bindend und ausschlaggebend anzusprechen. Die Einflüsse des vegetativen Nervensystems, die Einflüsse nervöser und psychischer Art verlangen, daß die Grundlage einer jeden Funktionsprüfung als unsicher und voll von unerfaßbaren Störungsquellen anerkannt wird. Nur wenn wir diese Ueberlegungen bei allen Untersuchungen in unser Urteil, in die Ergebnisse einbeziehen, wird uns eine richtige Beurteilung der gewonnenen zusammengesetzten Größen möglich sein.

Die Erhebung und Auswertung einer genauen Anamnese, die Beobachtung des Kranken über mehrere Tage vermag die Deutung der gewonnenen Ergebnisse weitgehend zu beeinflussen. Im Rahmen einer solchen klinischen Betrachtungsweise kann sicherlich die Bedeutung einer Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs mit ausschlaggebend für die Beurteilung des Kranken sein.

Diese kurzen einleitenden Betrachtungen beweisen zur Genüge wie schwierig es ist, eine Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs zu finden, die einen umfassenden Anspruch auf Gültigkeit und praktische Verwertbarkeit machen könnten.

Welche Methoden wurden nun von den einzelnen Forschern angewandt?

I.

Geschichtlich der älteste Weg ist die Festlegung der Pulszahl vor und nach einer Arbeitsleistung und ihre Zeitdauer bis zur Rückkehr zur Norm. Es wurden bei diesen Untersuchungen die verschiedenartigsten Arbeitsleistungen verlangt: Uebergang vom Liegen zum Stehen, Kniebeugen, Treppensteigen und Märsche.

Külbs konnte an einem großen Material bestimmte Mittelwerte gewinnen, die auf Grund der Tatsache, daß die optimalen Leistungen des Herzens innerhalb bestimmter Grenzen der Pulsfrequenz vollbracht werden, gewisse Rückschlüsse zuließen. Die rechtzeitige Rückkehr der Pulsfrequenz zur Norm (beim raschen Treppensteigen über 60 Stufen etwa nach 3 Minuten) wurde als bedeutsam für eine sparsame, gesunde Tätigkeit des Herzens angesehen.

Edens betont, daß eine sachgemäße Beurteilung der Pulszahlen, unter Berücksichtigung des Gesamtbefunds, bei Forderung einer angemessenen Arbeitsleistung uns gar kein schlechtes Maß für die Leistungsfähigkeit des Kreislaufapparates abgebe. Auch die Aenderungen der Pulsqualitäten (Extrasystolen, Ungleichmäßigkeiten, das Kleinerwerden des Pulses) können uns wichtige Rückschlüsse geben.

Es ist verständlich, daß die Zählung des Pulses die in besonderem Maße von vegetativen und nervösen Einflüssen abhängig ist, heute nirgends mehr als alleinige Prüfung des Zirkulationsapparates ausgeführt wird.

II.

Das Verhalten des Pulses wurde in Verbindung mit den Aenderungen des Blutdrucks nach körperlicher Arbeit von zahlreichen Forschern zu Funktionsprüfungen verwandt. Da aber die Schwankungen des Blutdrucks auch durch den von dem Gefäßsystem selbst gebildeten Widerstand bestimmt werden, sagen uns die Ergebnisse der Blutdruckmessung nicht nur über das Verhalten des Herzens, sondern auch über die Reaktion der Gefäße aus. Von allen Autoren wird die Zeitdauer, in der die unmittelbar nach der Arbeitsleistung auftretende Blutdrucksteigerung zur Norm zurückkehrt oder bei anderen Methoden, ob und wie hoch die Steigerung des Blutdrucks ist, als das Maß der Funktionstüchtigkeit angesprochen.

Gräubner glaubte auf Grund seiner Blutdruckmessungen bei genau dosierter Arbeit ein Urteil über das Verhalten des Herzens und über den Widerstand in den Gefäßen abgeben zu können. In einer längeren Abhandlung schildert Gräubner seine Methode: er läßt an einem, von ihm selbst, konstruierten Ergometer Extensoren- oder Flexorenarbeit beider Arme oder beider Beine leisten und trägt die Ergebnisse kurvenmäßig auf.

Als charakteristisch gibt er folgendes Verhalten des Blutdrucks an:

1. So lange der Blutdruck nach der Arbeit höher steht und hoch stehen bleibt oder nach kurzdauernder Steigerung zur Norm zurückkehrt und dann konstant bleibt, so lange hat die Arbeitsleistung innerhalb der individuellen Anpassungs- und Leistungsfähigkeit gelegen.

2. Fängt der Blutdruck zu sinken an, so untersucht er wie lange er gesunken bleibt, wie rasch er dann in die Höhe steigt, ob er den Normaldruck überschreitet und dann zur Norm zurückkehrt. Dies deutet er als den Vorgang der Insuffizienz. Diese Insuffizienz ist als Ueberbeanspruchung ein durchaus physiologischer Vorgang; sie wird erst dann pathologisch, wenn der Blutdruck sich nur schleppend hebt, die Norm kaum überschreitet oder sie nicht erreicht. Die Zeitdauer, in der sich diese Schwankungen vollziehen ist von wesentlicher Bedeutung: Je größer die geleistete Arbeit war, je rascher der Blutdruck steigt und die Norm übersteigt, desto leistungsfähiger ist der Herzmuskel.

3. Sehr häufig bleibt der Blutdruck nach der Arbeit hoch stehen, um dann plötzlich abzustürzen. Hier liegt Ueberanstrengung oder gar Ermüdung vor; die Höhe des Blutdrucks war durch eine bestehende Dyspnoe bedingt.

Verschiedene Autoren, insbesondere Klemperer, bestätigen bei ihren Nachprüfungen diese Angaben nicht in vollem Umfange. Nach seiner Auffassung spricht der rechtzeitige Rückgang des Blutdrucks zur Norm und damit die Erreichung einer konstanten Lage für eine gute Herzfunktion. Was jedoch Gräubner in Punkt 2 über das Absinken des Blutdrucks unter die Norm sagt, konnte er nicht bestätigen.

Auch wir glauben nicht, daß der Vorgang den Gräubner als den Vorgang der Insuffizienz erwähnt, als physiologisch bezeichnet werden kann. Die Untersuchungen anderer Autoren und auch unsere eigenen zeigen, daß nicht jedes Absinken und Tiefbleiben des Blutdrucks als Insuffizienzerscheinung gewertet werden muß, daß es aber keinesfals die physiologische Reaktion des Körpers darstellt. Uns ist jedes stärkere Absinken nicht beweisend, aber verdächtig auf eine herabgesetzte Leistungsfähigkeit des Herzens. Gegen die von Gräubner vorgeschlagene Methode der Arbeitsleistung ist einzuwenden, daß sie kaum als geeignet erscheinen kann; den meisten Kranken wird jede Arbeit an einem Ergometer fremd und eigenartig sein. Darüber hinaus erscheint uns jede Arbeit, die nicht in der normalen Betätigung eines Menschen enthalten ist, als ungewohnt und für die Ziele einer Herzfunktionsprüfung unverwertbar.

W a l d v o g e l führte Blutdruckbestimmungen in horizontaler Stellung und unmittelbar darnach in aufrechter Haltung durch. Er glaubt auf Herzinsuffizienz schließen zu können, wenn der systolische Blutdruck um mehr als 20 mm Hg nach dem Aufstehen absinkt. Waldvogel zieht dabei auch noch die Größe des Herzens und das Verhalten des Pulses zur genauen Beurteilung heran. Eine eingehende Ueberprüfung und Beurteilung dieser Methode scheint nicht bekanntgeworden zu sein.

M o r t e n s e n s Werte, die er auf Grund einer ähnlichen Untersuchungsmethode erhielt, sind von den Ergebnissen Waldvogels etwas abweichend. Mortensen hebt den auf einem Tisch liegenden Patienten durch Hochstellen der Unterlage von der lie-

genden zur aufrechten Stellung. Hierbei soll ein Absinken des Druckes um mehr als 8% ein Zeichen für eine krankhafte Herzfunktion sein. In mm Hg umgerechnet wäre also ein Absinken des systolischen Blutdruckes um etwa 10—14 mm Hg (je nach Höhe des Ruhewerts) als Grenze der Norm anzusprechen.

Andere Autoren führen neben dem systolischen auch den diastolischen Blutdruck in ihre Methoden ein. Dabei wird als wesentlich die Differenz, die Amplitude angegeben, die als Amplituden-Frequenzprodukt die Beurteilung der Herz- und Kreislauffunktion ergeben soll. Die Untersuchungen beruhen auf der Ueberlegung, daß die Größe der Amplitude unmittelbar abhängig von der aus dem Herzen ausgeworfenen Blutmenge sei. Man glaubte damit die Amplitude als relatives Maß für das Schlagvolumen ansprechen zu können.

Strasburger beabsichtigte durch die Verbindung des systolischen Blutdruckwerts mit der Amplitude einen Ausgleich für die, bei den vorangehenden Ueberlegungen außerachtgelassenen Gefäßwiderstände zu finden. Er dividiert dabei die Amplitude durch den systolischen Druck. Dieser Blutdruckquotient soll einen annähernden Proportionalwert für die Größe des Schlagvolumens geben. Die Ergebnisse Strasburgers besagen:

1. Eine Aenderung des systolischen Drucks bei gleichbleibendem Quotienten wird verursacht durch Veränderung der Herzarbeit. Das Steigen ist gleich vermehrter, das Sinken gleich verminderter Herzarbeit.

2. Eine Aenderung des systolischen Drucks und des Quotienten etwa gleich stark in entgegengesetzter Richtung wird bewirkt durch eine Veränderung des Gefäßtonus. Steigen des Druckes und Fallen des Quotienten sind ein Zeichen für einen erhöhten Gefäßtonus; Fallen des systolischen Drucks und Steigen des Quotienten bedeuten herabgesetzten Gefäßtonus.

3. Systolischer Druck und Quotient bewegen sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung ungleich stark. Dies wird bewirkt durch eine Aenderung des Gefäßtonus und zugleich der Herzarbeit.

Für die Beurteilung dieser Angaben ist die Tatsache von großer Bedeutung, daß die Tier-Experimente auf denen Strasburgers Ueberlegungen beruhen an der Aorta durchgeführt wurden. Die am Menschen klinisch festgestellten Btutdruckwerte werden stets an der A. brachialis, also an einem Gefäß vom muskulösen Typ gewonnen. Dieses periphere Gefäß hat durch seine Muskulatur die Möglichkeit Spannung und Lumen im Gegensatz zur Aorta vom elastischen Typ weit mehr zu ändern. Schon das Spiel der Vasomotoren ist also in der Lage uns bei demselben Kranken die verschiedensten Ergebnisse zu liefern. Nehmen wir z. B. einen Kranken im Fieber! Der herabgesetzte Vasomotorentonus wird bei einem bestimmten Schlagvolumen einen geringeren Füllungs- und damit Druckzuwachs bringen als bei einem Gesunden, der dasselbe Schlagvolumen aufweist. Beim Arteriosklerotiker wird in Anbetracht seiner wenig elastischen und dehnbaren Ge-

fäße, dasselbe Schlagvolumen den Druck viel stärker erhöhen als dies bei jüngeren Menschen mit dehnbaren und elastischen Gefäßen der Fall sein kann. Viele Einzelheiten sprechen also gegen die Brauchbarkeit dieser Methode. Wir können wohl Aussagen über das Verhalten der Gefäße bis zu einem gewissen Grade machen, irgendwelche sicheren Rückschlüsse auf die Arbeit und Funktion des Herzens sind nur in beschränktem Maße möglich.

Aus denselben Gründen haben auch die Arbeiten und Methoden von Fürst, Soetbeer, Erlanger und Hoker, die den Strasburger'schen Untersuchungen angenähert sind, keine weitere Verbreitung gefunden.

Die Methode von Schrumpf läßt Rückschlüsse über die Anpassungsfähigkeit der Vasomotoren bei Arbeitsleistungen zu, drückt aber auch in ihren Ergebnissen die Funktion des linken Ventrikels aus. Schrumpf bestimmt systolischen und diastolischen Blutdruck, neben der Frequenz des Herzens im Liegen, im Stehen und nach Kniebeugen. Die zahlreichen Einwände: Störungen durch nervöse und vegetative Faktoren, durch psychische Erregung gelten auch hier in vollem Umfange.

In den letzten Monaten gab K. E. Rotschuh eine Kreislauffunktionsprüfung bekannt, die der Methode von Strasburger, Fürst und Schrumpf verwandt, unter einer neuen Betrachtungsweise das Verhalten des Blutdrucks und der Pulsfrequenz verfolgt.

Rotschuh legt — unter Berufung auf die Vorstellung Grotes über eine allgemeine Regulationspathologie — besonderen Wert auf die Regulationsmaßnahmen des Herzens und des Kreislaufs, die durch eine Steigerung des Blutdrucks, der Pulsfrequenz und des Schlag- und Minutenvolumens zum Ausdruck kommen. Der Verfasser erklärt, daß nach einer Arbeitsleistung des Herzens sich zunächst das Schlagvolumen des Herzens erhöht, dann der Druck ansteigt und der Blutmenge eine vergrößerte Beschleunigung erteilt wird.

Diese Reaktion, die dem Kreislaufgesunden zur Bewältigung einer kurzen Arbeitsleistung völlig genügt, bezeichnet Rotschuh als Regulation I. Ordnung.

Bei einer Minderung der Leistungsfähigkeit des Kreislaufs wird die Regulation II. Ordnung, die Steigerung der Schlagfrequenz herangezogen.

Bei noch stärkeren Graden der Leistungsschwäche wird auch die Regulation III. Ordnung: die vermehrte Sauerstoffausnützung, die sich u. U. auch in einer Sauerstoffschuld bemerkbar macht, verwandt.

Rotschuh betont, daß es sicherlich keine feste Beziehung zwischen der Größe des Schlagvolumens und der Blutdruckamplitude gibt. Er glaubt aber dennoch, daß im befristeten Arbeitsversuch eine gleichsinnige Proportionalität zwischen der Ausweitung der Blutdruckamplitude und der Vergrößerung des Schlagvolumens besteht. Dadurch ist aber nach der Meinung des

Verfassers die Möglichkeit gegeben, die Anderungen der Blutdruckamplitude als die Regulation I. Ordnung zu verwerten. Die Größe der Regulation II. Ordnung ist ohne weiteres aus der Steigerung der Pulsfrequenz zu entnehmen. Die Zeitdauer in welcher Amplitude und Frequenzgröße wieder die Ausgangswerte erreicht haben, nimmt er, allerdings mit Vorbehalt, als ein Maß für die Sauerstoffzehrung und damit als ein Maß für die Größe der Regulation III. Ordnung an. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen besagen, daß beim Kreislaufgesunden stets die Druckregulation (gegeben durch die Größe der Amplitude), die Frequenzregulation (gegeben durch die Differenz zwischen Anfangs- und Endwert) übersteigt. Beim Kreislaufkranken findet sich regelmäßig ein Überwiegen des in Prozenten ausgedrückten Frequenzanstiegs über den in Prozenten ausgedrückten Druckanstieg. Sicherlich wäre die Einfachheit dieser Prüfung geeignet der Methode eine größere Verbreitung zu sichern, wenn die Nachuntersuchungen die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit erweisen.

Van den Velden prüfte den Blutdruck in den verschiedensten Haltungen des Kranken: in liegender, dann in sitzender mit herabhängenden Unterschenkeln, weiter in sitzender mit gehobenen und gestreckten Unterschenkeln und zuletzt in aufrechter Stellung. Neben der Umständlichkeit der Methode sagen die erhaltenen Werte wenig über die Leistungsfähigkeit des Herzens aus.

Die von Katzenstein angegebene Funktionsprüfung des Herzens wurde, besonders auch in chirurgischen Kreisen, sehr viel erörtert. Katzenstein bestimmt bei einem ruhig liegenden Kranken Puls und Blutdruck. Anschließend komprimiert er beide A. iliacae bezw. femorales am Lig. inguinale $2^1/_2$—5 Minuten lang. Bei normalem leistungsfähigen Herzen fand nun Katzenstein ein Ansteigen des systolischen Blutdrucks um 5—15 mm Hg bei gleicher oder leicht verminderter Pulsfrequenz. Ein Ansteigen um 15—40 mm Hg weist bei gleichbleibender Pulsfrequenz auf ein leistungsfähiges, hypertrophisches Herz hin. Ein Absinken unter den Ausgangswert oder eine Zunahme der Pulsfrequenz ist nach Katzenstein für eine Insuffizienz des Herzens beweisend.

Die Methode beruht auf der Tatsache, daß große Widerstände im arteriellen Kreislauf eine Mehrarbeit des Herzens verlangen, sofern dies in der Lage ist diese Arbeit zu leisten.

Zahlreiche Nachuntersucher, insbesondere Fellner und Rüdinger, erhielten ungleichmäßige Resultate. Andere Autoren bezeichnen sogar die Katzenstein'sche Methode als durchaus unzuverlässig.

III.

Neue Wege ging die Forschung nach einer brauchbaren Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs durch die Einführung der Sphygmobolometrie. Sahli betonte, daß es falsch sei

aus der Messung statischer Verhältnisse, wie dies in der Blutdruckmessung durchgeführt wird, Schlüsse auf dynamische Verhältnisse zu tun. Sahli versucht nun die lebendige Kraft der Pulswelle zu messen und damit ein relatives Maß für die Arbeit der Systole des Herzens zu gewinnen. Diese Untersuchungen führt Sahli mit dem von ihm konstruierten Sphygmobolometer durch. In seinen Schriften beschreibt Sahli die Anordnung seiner Apparate genau.

Nach der Bestimmung der Arbeitsleistung der einzelnen Pulswelle kann man durch Multiplikation des erhaltenen Werts mit der Frequenz des Pulses die geleistete Arbeit des Brachialpulses in der Minute errechnen. Es handelt sich dabei nicht um eine absolute Bestimmung der Größe der Systole bezw. der Zirkulationsgröße in ccm. Die Ergebnisse berichten vielmehr nur über die „Größenverhältnisse" der untersuchten Systole zur normalen Systole. Wir können aus den Untersuchungen nur entnehmen, ob die Systole bezw. Zirkulationsgröße normal, unter oder über der Norm liegt. Weiterhin ist es möglich im Laufe einer längeren Untersuchungsreihe die Veränderungen der Systole festzustellen.

Aus der Methode Sahli's ergibt sich von selbst, daß wir nicht berechtigt sind von einer Funktionsprüfung des Herzens zu reden. Wenn wir auch nach einer einmaligen Untersuchungsreihe über die Leistung des Herzens urteilen können, so werden wir doch über die Leistungsfähigkeit des Herzens nicht unterrichtet. Die Methode sagt stets nur über die im Augenblick des Versuches effektiv von dem Herzen entfaltete Energie aus, nicht aber über die Energie, die das Herz bei gesteigerten Ansprüchen entfalten könnte. Wollte man nun durch eine fortlaufende Beobachtungsreihe, z. B. nach einer Arbeitsleistung des Herzens, eine Mehrzahl solcher Maße der Systole und damit relativer Maße für die Leistung des Herzens erhalten, so schiene die Möglichkeit gegeben doch noch zu einer Prüfung der Funktion zu gelangen. Da nun aber jede Arbeitsleistung eine Blutverschiebung zwischen Peripherie und dem Splanchnicutgebiet hervorruft, da damit das Spiel der Vasomotoren eine Aenderung von Spannung und Weite der peripheren Gefäße herbeiführt und auch des Gefäßes, an dem die Messung durchgeführt wird, müssen so große Verschiebungen entstehen, daß diese Methode uns keinen brauchbaren Weg zu einer Herzfunktionsprüfung zeigt.

Christen versuchte mit seinem Energometer, mit der Sahli'schen Methode nahestehenden Ueberlegungen, zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen. Aber auch dieser Weg ist nach den Urteilen von Nachuntersuchern (Staehelin, Müller, Merke) nur geeignet praktisch brauchbare Werte für die Druck- und Füllungsschwankungen in der untersuchten Arterie zu vermitteln.

Die Methode von Rehfisch sei, da sie sich nicht bewährt hat, nur kurz mitgeteilt. Der Verfasser geht davon aus, daß, da ja der Druck im großen Kreislauf um $^1/_3$ höher ist als im kleinen, der zweite Aortenton beim normalen Herzen lautet

ist als der zweite Pulmonalton. Weiter betont er die Tatsache, daß die Akzentuation des zweiten Aortentons schließlich von der Kraft des linken Ventrikels und der Elastizität der Aortenwurzel, einschließlich der Semilunarklappen abhängig ist. Beim Herzgesunden bleibt nach einer körperlichen Leistung das Verhältnis der Lautstärken des zweiten Aorten- und des zweiten Pulmonaltons das gleiche. Ist jedoch der linke Ventrikel insuffizient, so wird er die ihm zufließende Blutmenge nicht bewältigen können, der Aortenton wird leiser. Durch die gegebene Rückstauung kommt es dann zu einer Mehrbelastung des rechten Ventrikels, der Pulmonalton wird also lauter werden. Bei einem Leiserwerden beider zweiten Töne ist eine Schädigung beider Ventrikel anzunehmen.

Sehen wir auch von der Schwierigkeit ab, diese geringen Schallunterschiede wie sie hier auftreten werden, stets mit Sicherheit festzulegen, so lehren uns doch die Untersuchungen am Krankenbett immer wieder, daß häufig der zweite Aortenton nicht lauter, sondern dem zweiten Pulmonalton gleich laut gegenübersteht. Ja es kommt auch vor, daß der zweite Pulmonalton etwas lauter als der zweite Aortenton ist, ohne daß wir klinisch irgendwelche Hinweise auf eine Erkrankuug des Herzens finden können. Es mag sein, daß diese Methode, schon auf Grund ihrer Einfachheit, immer wieder in der Lage ist uns gewisse Hinweise zu geben, als Herzfunktionsprüfung können wir sie nicht anerkennen.

IV.

Weiß verwandte als Grundlage der Funktionsprüfung die mikroskopische Beobachtung des Kapillarkreislaufs. Die Methode von Weiß will durch direkte Betrachtung des Kreislaufs selbst die Insuffizienz des Kreislaufs bestimmen. Erhöht man in einer Blutdruckmanschette nach Riva Rocci den Druck schnell über den voraussichtlichen Maximalwert, so beobachtet man ziemlich rasch ein Nachlassen und ein Sistieren der Blutströmung in den Hautkapillaren des zu Untersuchenden. Weiß läßt nun den Manschettendruck absinken und beobachtet, bei welchem Druck die Strömung in den Kapillaren wieder einsetzt. Den Maximaldruck stellt Weiß erst nach Beendigung dieser Bestimmung fest, um so jeder Beeinflussung der ersten Untersuchung durch die Kenntnis des Maximaldrucks zu entgehen. Bei normalen Kreislaufverhältnissen kommt die Strömung in jenem Augenblick wieder in Gang, in dem der Druck auch nur wenige Millimeter unter den Maximaldruck sinkt. Weiß sagt, daß der zu dieser Zeit eintretende geringe Zufluß arteriellen Bluts, wohl zusammen mit dem sich verstärkenden Tonus der Arterien, genüge, um den im venösen System herrschenden Druck zu überwinden. Bei insuffizientem Kreislauf beobachtet nun der Untersucher einen größeren Unterschied zwischen systolischem Blutdruck und jenem Druck, bei

dem die Strömung in der beobachteten Kapillare wieder einsetzt. Die Größe dieser Differenz soll von der Stärke der Kreislaufinsuffizienz abhängig sein, denn die Minderung der Leistungsfähigkeit des Herzens im großen Kreislauf ist gekennzeichnet durch die Abnahme des Schlagvolumens der linken Kammer, durch die Verschiebung der Blutmengen auf die venöse Seite; die Höhe des Venendrucks beim dekompensierten Kreislauf bedingt also den größeren Zeitabstand bis zum erneuten Einsetzen der Strömung in den Kapillaren.

Die Methode von Weiß, die hier an der Tübinger Medizinischen Universitätsklinik unter Leitung von Professor O. Müller entstand, wurde von verschiedenen Autoren (Moog, Ehrmann, Jürgensen, E. Müller) nachgeprüft. Die Begutachter sind einig in ihrem Urteil, daß das Verfahren zu einer allgemeinen Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs nicht geeignet sei. Als Voraussetzung müßte den Ergebnissen von Weiß die Feststellung vorangehen, daß die Strömung in allen Kapillaren nur von Druckdifferenzen zwischen arteriellem und venösem System abhängig wäre. Aus Arbeiten über die Kapillargefäßtätigkeit ersehen wir jedoch, daß sicherlich auch lokale Einflüsse eine Rolle in den Strömungsverhältnissen der Kapillaren spielen. Auch der, nach Absperrung des Blutstroms eintretenden Asphyxie der Kapillarwandzellen wird ein Einfluß auf die Ergebnisse von Weiß zugeschrieben.

V.

Von verschiedenen Forschern wurde auch versucht durch die Ermittlung des Herzschlagvolumens zu einer Beurteilung der Arbeitsleistung des Herzens zu gelangen. Im Gegensatz zu Strasburger, Fürst, Soetbeer, die über den Weg der Blutdruckmessung einen Wert für das Schlagvolumen errechneten, versucht Marey durch Strompuls- und Volumpulskurven, die er mit Hilfe des Plethysmographen und Tachographen erhält, das Schlagvolumen, bezw. Änderungen des Schlagvolumens zu bestimmen. Den gleichen Weg versucht O. Müller mit Hilfe des Spiegelsphymographen zu gehen. O. Müller und seine Mitarbeiter betonen jedoch selbst, daß die Höhe der Pulskurven infolge vasomotorischer Einflüsse nur annähernde, vielfach aber auch unrichtige Werte ergeben, die sich keinesfalls proportional dem Schlagvolumen verhalten. Auch die Methode Marey's ist aus denselben Einwänden unrichtig und zu einer Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs nicht zu verwenden.

Auch Alb. Müller's Methode versuchte durch Plethysmographie das Schlagvolumen und die Herzarbeit festzustellen. Müller geht von den Gesetzen Kirchhoff's aus, die besagen, daß die in einem verzweigten starren Röhrensystem einem Teilgebiet zufließende Flüssigkeitsmenge dem Widerstand umgekehrt proportional sei. Schon an diesem Punkt wenden alle Begutachter

ein, daß es unmöglich sei, das für ein starres Röhrensystem geltende Kirchhoff'sche Gesetz auf das Arteriensystem übertragen zu wollen. Weiter nimmt aber Alb. Müller auch noch an, daß das Produkt aus arteriellem Zufluß und Widerstand für jedes Kilo Körpergewicht gleich sei, während die einzelnen Faktoren in weitestem Maße variieren. Es würde zu weit führen, die auf diesen Grundsätzen entwickelte Methode Alb. Müller's im einzelnen zu beschreiben. Romberg, O. Müller, Külbs zeigen durch ihre Untersuchungen die Unmöglichkeit, durch Verfahren und Schlüsse wie sie Alb. Müller angewandt hat, einen Weg zur Bestimmung des Herzschlagvolumens zu finden.

Die von E. Weber angegebene Methode bedient sich ebenfalls der Plethysmographie. Die Untersuchungen gründen sich auf folgende Ueberlegungen: Bei jeder Muskelarbeit kommt es zu einer Blutumlagerung und zwar zu einer Zunahme der arteriellen Blutfülle, nicht nur des arbeitenden Muskels bezw. der arbeitenden Extremität in Weber's Versuchen, sondern aller äußeren Körperteile (außer der des Kopfes), bei einer gleichzeitigen Abnahme der Blutfülle der Bauchorgane. Dieses Verhalten wird nach Weber bewirkt durch eine aktive Erweiterung der äußeren Blutgefäße (neben der aktiven Verengerung der Bauchgefäße), die durch die, während der Arbeitsleistung der Muskulatur, eintretende Erregung der motorischen Zentren der Hirnrinde hervorgerufen wird. Diese Erregung wird weiterhin zum Gefäßzentrum der Medulla oblongata weitergeleitet. Die durch die Muskelarbeit bedingte, vermehrte Herzleistung sorgt ihrerseits für eine vermehrte Blutfülle der Peripherie. Sobald nun aber eine Schädigung der in Frage kommenden motorischen Zentren eintritt, kann statt einer Erweiterung eine Verengerung der Gefäße eintreten. Diese Schädigung kann verursacht sein durch Ermüdungsstoffe; Weber betont dabei, daß es sich bei einer allgemeinen Ermüdung des ganzen Körpers um eine Ueberschwemmung der ganzen Großhirnrinde mit solchen Stoffen handelt, während bei einer Ermüdung durch lokalisierte Arbeit nur die entsprechenden Rindenpartieen betroffen sind. Weitere Schädigungen können gegeben sein durch Toxine, durch Mangel an Sauerstoff oder Ueberladung mit Kohlensäure infolge von Störungen der Lungentätigkeit und, in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung, durch ungenügende Durchblutung der motorischen Zentren der großen Rinde durch Kreislaufinsuffizienz. Ist nun der Untersucher in der Lage Ermüdung, Toxine, Störungen der Atmung und der Vasomotoren auszuschliessen, so hat er nach Weber die Möglichkeit zu einem Urteil über die Leistungsfähigkeit des Herzens zu gelangen. Dabei beobachtet nun Weber bei der Herzarbeit eines Gesunden ein regelmäßiges Ansteigen und Fallen der durch den Plethysmographen an den Extremitäten gewonnenen Kurve. Bei Insuffizienzerscheinungen ein Absinken, also ein Absinken der Kurve unter die 0-Linie. Weber zeigt in seiner Arbeit jedoch auch noch besondere Verlaufsformen für das relativ leistungsfähige Herz: er findet ein Ansteigen, das jedoch sehr bald in einen langsamen „trägen“ Ab-

fall übergeht. Weiter spricht ein, noch nach Beendigung der Arbeit, langsames nachträgliches Ansteigen der Kurve für eine Hypertrophie des linken Ventrikels. Beobachtete nun Weber ein Insuffizientwerden des hypertrophischen Herzens so ergab sich auch hier eine Umkehrung der Kurve.

Der Verfasser betont selbst, daß die Methode zahlreiche versteckte Fehlerquellen enthalte, die nur nach mehrmonatiger Übung mit Sicherheit ausgeschlossen werden können. Die ganze Anordnung und der Ablauf des Versuchs fordern ein besonderes Anlernen des Kranken, ein Umstand, der die praktische Verwendbarkeit der Methode von vornherein sehr stark beeinträchtigt. Die Nachuntersucher erklären, daß das Verfahren Webers klinisch von Bedeutung sei, daß es besonderes Interesse verdiene, daß es aber als Funktionsprüfung des Herzens, auch aus den oben angeführten Gründen, nicht ohne weiteres verwertbar sei (Libesny, Scheminsky).

Wenckebach beobachtete, daß sowohl Insuffiziente, als auch die durch latente Kranzarterienerkrankungen bedrohten Herzen auf leichten Vagusdruck am Hals mit starker Verlangsamung, ja sogar mit bedeutenden Änderungen der Herztätigkeit reagieren. Wenckebach betont, daß bereits ein leiser Druck genüge um diese Erscheinungen am Herzkranken auszulösen, während bei Gesunden oft ein ziemlich kräftiger Druck notwendig ist, um einen deutlichen Effekt hervorzurufen. Aus der Menge der Fälle glaubt Wenckebach mit Sicherheit annehmen zu können, daß nicht eine größere Reizbarkeit des Vagus, sondern Veränderungen des Herzens selbst die Erklärung für den Ausfall des Versuchs beim Herzkranken geben. A. Weil bestätigte die Ergebnisse Wenckebachs, während Romberg darauf hinweist, daß ein negativer Ausfall nach den in seiner Klinik durchgeführten Nachuntersuchungen in keiner Richtung verwertbar sei.

Die bei willkürlicher Atmung sichtbar werdenden oder sich ändernden Pulsationen des Herzens hat Albrecht, zusammen mit der Bestimmung der Herzfrequenz und dem Charakter der Herztöne zu einer Funktionsprüfung des Herzens ausgebaut. Albrecht beobachtet vor allem die Reaktion des Herzens auf die veränderte Blutfüllung bei Anhalten der Atmung in tiefster Inspiration nach den oben angeführten Grundsätzen. Nach Wehener und Pongs scheitert die Brauchbarkeit der Methode an den Schwierigkeiten der einzelnen Feststellungen, die in der Art des Weges, den Albrecht einschlägt, gegeben sind.

Auch der Vorschlag von Kraus, die nach Einatmung von Ammoniak und Chloroform reflektorisch eintretenden Änderungen des Blutdrucks zu einer Funktionsprüfung des Herzens zu verwenden, wurde von den Nachuntersuchern als unmöglich abgelehnt. Die Untersuchungsmethode der Elektrokardiographie und Orthodiagraphie des Herzens führten, wie aus den Arbeiten zahlreicher Forscher hervorgeht, zu keiner verwertbaren Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs.

Vielfach erörtert — besonders unter Chirurgen — wurden die Angaben Kauffmanns. Er schließt aus dem Nachweis latenter Oedeme und deren Ausschwemmung bei Beinhochlagerung auf eine Kreislaufinsuffizienz. Von Bedeutung ist die genaue technische Durchführung der Methode, die Kauffmann eingehend schildert. Die durch diese Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs erhaltenen Werte haben manchen Nachprüfungen standgehalten. Von Bauke wird jedoch betont, daß der positive Ausfall des Kauffmann'schen Wasserversuches niemals allein für die Diagnose Herzinsuffizienz maßgebend sein darf. Bauke fordert eine kritische Zusammenstellung der durch die Kauffmann'sche Methode gewonnenen Ergebnisse mit klinischem Befund und E.K.G. Aus der Literatur ist zu entnehmen, daß der Kaufmann'sche Versuch besonders in chirurgischen Kreisen Eingang gefunden hat.

VI.

Besondere Beachtung fanden die Bestrebungen vieler Forscher das Schlagvolumen auf gasanalytischem Weg zu bestimmen. Die Arbeiten von Plesch, Zuntz, Loewi gehen alle auf das von Fick erdachte Prinzip und auf die von Quinquaud und Gréhant angegebene Methode zurück: gelingt es den Sauerstoffgehalt des Blutes im linken und rechten Herzen zu bestimmen, kennt man ferner durch einen Respirationsversuch die in der Minute aufgenommene Sauerstoffmenge, so läßt sich aus diesen Unterlagen die Blutmenge berechnen, die die Lunge in der Minute passiert hat.

Viele Methoden, die durch zahlreiche technische Verschiedenheiten voneinander abweichen, wurden von den oben angegebenen und vielen anderen Verfassern auf Grund dieses Prinzips erdacht und angewandt. Romberg und Hoffmann betonen, daß alle Versuche auf gasanalytischem Wege zur Kenntnis des Schlagvolumens zu gelangen, durch methodische Schwierigkeiten erschwert und nur mit größter Zurückhaltung verwertet werden dürfen. Schon die einfache Ueberlegung, daß das Herz in seiner großen Abhängigkeit von Vagus und Symphatikus auch nicht über kurze Zeit mit der Regelmäßigkeit einer Maschine zu arbeiten in der Lage ist, weist uns auf die Unmöglichkeit hin durch zahlenmäßige Umrechnungen aus, in kurzer Zeit gewonnenen Werten, ein gültiges Urteil fällen zu können.

VII.

Mit Hilfe der Pneumotachographie versuchte M. Hochrein eine Methode zu entwickeln, die es ermöglicht die Diagnose einer Concretio pericardii und verschiedener anderer intrathorakaler Erkrankungen zu erleichtern. Wenn auch der Weg Hochreins nicht zu einer Funktionsprüfung in unserem Sinne führt, so möchten wir doch auf diese Methode hinweisen.

Mit Hilfe des Pneumotachographen registriert Hochrein die Atemgeschwindigkeit. Die kymographisch gewonnenen Kurven zeigen uns den Verlauf der Einatmung, des inspiratorischen Atemstillstandes bei geöffneter Glottis, der Ausatmung und des exspiratorischen Atemstillstands. Hochrein verlangt, daß in- und exspiratorisch der Atem 6 Sekunden anzuhalten ist. Die Untersuchung der bei einer Concretio pericardii gewonnenen Kurve zeigt nun, wie Hochrein ausführt, während des inspiratorischen Atemstillstandes herzsynchrone Schwankungen. Hochrein erklärt das Zustandekommen dieser Zacken folgendermaßen: beide Thoraxhälften bilden während des inspiratorischen Atemstillstands einen Plethysmographen mit relativ hoher Eigenschwingungszahl. Die Wände dieses Plethysmographen werden gebildet durch die Thoraxwand, das Zwerchfell und die Pleura mediastinalis. Kommt es nun zu Verwachsungen der Pericardblätter dann kann das Herz bei seiner Kontraktion direkt auf diese Plethysmographenwand einwirken. Die durch diese Schwankungen hervorgerufenen Luftverschiebungen werden durch den Pneumotachographen registriert. Während des expiratorischen Atemstillstandes ist dieser Plethysmograph mit seinen schlaffen Wänden ein schlechter Registrierapparat, der diese Schwankungen nicht mehr aufzeichnet.

Schwankungen während des Atemstillstands fand Hochrein auch bei Fällen mit Aortenaneurysmen und Mediastinitis, während bei Kranken mit den verschiedensten anderen Herz- und Kreislauferkrankungen, mit Lungentumoren ein geradliniger Kurvenverlauf des Pneumotachogramms beobachtet wurde.

Nach den Untersuchungen von Hitzenberger und Hinteregger sollen jedoch die Ergebnisse Hochreins nicht zutreffend sein. Diese Autoren fanden sowohl im in- wie auch im expiratorischen Atemstillstand herzsynchrone Zackenbildungen, die auf Volumschwankungen im Thorax durch die Herzaktion und Blutströmung hervorgerufen werden.

Nach Hitzenberger und Hinteregger sind diese herzsynchronen Zacken sowohl beim Herzkranken, wie beim Normalen festzustellen, wenn der zu Untersuchende die Glottis offenhalten kann. Die Autoren glauben, daß die von Hochrein als normal bezeichneten Fälle, die also in der Atempause keine Zackenbildung aufwiesen, die Glottis nicht offengehalten haben. Ein abschließendes Urteil über diese Methode der Pneumotachographie ist noch nicht erfolgt.

IX.

An dieser Stelle soll auch die Arbeit Borgards, die erst zu Beginn dieses Jahres veröffentlicht wurde, Erwähnung finden. Borgard geht von der Tatsache aus, daß bereits geringe Störungen des Sauerstofftransports, wie auch des Sauerstoffangebots, in der Peripherie zu merkbaren Funktionsausfällen und Störungen des Sauerstoffhaushalts führen.

Beim Herzkranken finden wir, im Vergleich mit dem Herzgesunden eine Steigerung des Sauerstoffgesamtbedarfs bei derselben Arbeitsleistung. Bei einer krankhaften Veränderung des Sauerstoffhaushaltes kommt eine Steigerung des Bedarfs in einer Vergrößerung der Sauerstoffschuld zum Ausdruck.

Auf der Feststellung, daß beim Herzkranken im spirometrischen Versuch eine Reduzierung des Sauerstoffaufnahmewerts zu finden ist, baut Borgard seine Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs auf. Während einer kurzdauernden Arbeitsleistung, die eine stufenweise Änderung, d. h. Vergrößerung der Anforderungen erlaubt, wird spirographisch der aufgenommene Sauerstoff registriert. Die erhaltenen Kurven werden mit den an Herzgesunden gewonnenen Ergebnissen verglichen. Bei allen Einschränkungen der Herz- und Kreislaufleistung beobachtet Borgard eine Depression der Sauerstoffkurve.

Der Verfasser betont noch, daß Begrenzungen der Sauerstoffaufnahme durch pulmonale Veränderungen (Emphysem, Lungeninfarkt) durch spirographische Methoden einwandfrei erkannt werden können.

Die Depression der Sauerstoffkurve ist nun erklärt durch eine Herabsetzung des Herzminutenvolumens oder durch eine Verminderung des Sauerstoffausnützungsvermögens in der Peripherie. Beim Herzinsuffizienten werden diese beiden Komponenten vereint sein.

Auch diese Methode wird einer gründlichen Nachuntersuchung einer Bewährung in vielen Einzelfällen bedürfen, ehe über ihren Wert ein endgültiges Urteil gefällt werden kann.

Der Überblick, der bis jetzt gegeben wurde, zeigt die verschiedenartigen Wege und Methoden der wissenschaftlichen Forschung nach einer brauchbaren Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs. Die Tatsache, daß immer wieder von den berufensten Wissenschaftlern versucht wird, auf neuem Wege zu einer Funktionsprüfung zu gelangen, weist uns auf die großen Schwierigkeiten und Hindernisse hin, die das Problem der Funktionsprüfungen des Herzens und des Kreislaufs in sich trägt.

Untersuchungen

Ueber eine an der Medizinischen Universitätsklinik Tübingen dnrchgeführte Herz- und Kreislauffunktionsprüfung an Herzgesunden.

Aus der gegebenen Uebersicht ist wohl die Größe der Schwierigkeiten, die sich den Forschern nach einer brauchbaren Herz- und Funktionsprüfung des Kreislaufs entgegenstellten, klar zu ersehen. Immer wieder wurde auf den verschiedensten Wegen versucht eine Methode durchzubilden, die den Anforderungen des Klinikers, aber auch des praktischen Arztes zu genügen in der Lage wäre. Wenn wir die Ergebnisse dieser langen Entwicklung überblicken, so müssen wir zugeben, daß eigentlich keine Lösung dieser Aufgabe als ideal oder als unbedingt zuverlässig bezeichnet werden kann. Zahlreiche Einwände werden von den Begutachtern gegen die Anwendbarkeit fast aller Methoden erhoben, oft sind es auch besonders die großen technischen Schwierigkeiten der einzelnen Prüfungsarten, die von vornherein eine praktische Durchführung verbieten.

Sicherlich würden große Kliniken und Institute bereit sein, die für die technisch schwierigeren Methoden notwendigen Apparate anzuschaffen, wenn die Erfolge dieser Arbeiten einen bedeutenden Fortschritt gegenüber jenen Ergebnissen erkennen ließen, die auch durch die sogenannten einfachen Funktionsprüfungen gewonnen werden. Nach den Aussagen namhafter Kliniker ist jedoch die Verwendbarkeit der einfachen, ohne jede besondere Vorarbeit durchführbaren Funktionsprüfungen größer als die vieler anderer, technisch schwierig zu handhabender Methoden. Unter vielen anderen betont auch Magnus Alsleben, der sich eingehend mit dem Studium der Herz- und Kreislauffunktionsprüfungen befaßt hat, den Wert einfacher Methoden gegenüber den zeitraubenden und schwierigen Bedingungen der übrigen Funktionsprüfungen. Auch Matthes erklärt sich für die einfachen Methoden, wenn er schreibt: „daß die beste Funktionsprüfung für das Herz die Reaktion des Gesamtkreislaufs auf die normalen Anforderungen des Lebens darstelle. Gegenüber dem Maßstab, der sich hier biete, sei jedes andere Maß ein willkürliches und gekünsteltes". Jene Methoden schließlich, die durch die Bestimmung des Schlagvolumens, des Kapillarpulses, durch Plethysmographie zu einer Funktionsprüfung gelangen wollen, erfassen ja nie die Reaktion des Herzens, des Kreislaufs auf eine normale Anforderung des Lebens, auf eine wirklich praktisch gegebene Belastung. Nein, sie geben uns nur einen Einblick in den augenblicklichen Zustand,

gegebenenfalls auch in die Reaktion nach einer genau vorgeschriebenen, dosierten Arbeitsleistung. Jene einfachen Methoden jedoch, die nach einer praktischen Arbeitsleistung z. B. nach Treppensteigen die Aenderungen des Blutdrucks, der Herzfrequenz, der Atmung, sowie der Zyanose eines Patienten beschreiben, können uns Ergebnisse vermitteln, die der Forderung von Matthes weitgehend entsprechen.

An der Tübinger Medizinischen Universitätsklinik wird nun seit Jahren als Funktionsprüfung von Herz und Kreislauf die Bestimmung von Puls und Atmung, die Messung des Blutdrucks vor und nach einer Arbeitsleistung (nach Treppensteigen, nach einem längeren Marsch) durchgeführt. Es wurde bereits am Anfang dieser Arbeit betont, daß zahlreiche Fehlerquellen, viele nicht meßbare Einflüsse die praktische Verwertbarkeit der Funktionsprüfungen des Herzens und des Kreislaufs beeinträchtigen und erschweren. Auch die hier in Tübingen angewandte Methode, ist wie jede andere Prüfungsart, diesen Schwierigkeiten unterworfen. Es sind vor allem folgende Einwände zu erheben:

1. Psychische Reaktionen, die nie ganz ausgeschaltet werden können, üben auf die Höhe des Blutdrucks, auf die Frequenz der Herzaktion ihren Einfluß aus. Man wird selbstverständlich versuchen, diese Reaktionen auf ein Mindestmaß zu beschränken. Wir vermeiden daher nach Möglichkeit jedes Gespräch mit dem Kranken während und über die Prüfung selbst. Und doch sind das Benehmen, die psychische Grundhaltung der Patienten in ihren großen Verschiedenheiten wandelbar, häufig auch von einem inneren Widerstand oder auch von Angst beherrscht. Wir erinnern nur an Gutachtenfälle. Trotz aller Güte und Freundlichkeit, obwohl wir versuchen die Kranken in unserem Sinne zu lenken' ist der Prozentsatz derer, die einfach nicht wollen, ein großer. Bei vielen anderen Kranken, besonders bei jenen, die zum erstenmal, vielleicht auch noch erst wenige Tage in einer Klinik sind, läßt einfach die Scheu vor all dem, was der Arzt an ihnen unternimmt, Blutdruck und Pulsfrequenz in die Höhe gehen. Es ist notwendig, sich darüber klar zu sein, daß eine völlige Ausschaltung psychischer Einflüsse unmöglich ist; wir haben also stets diese Umstände in unseren Ergebnissen zu berücksichtigen.

2. Von besonderer Bedeutung für den Ausfall der Funktionsprüfungen des Herzens und des Kreislaufs scheinen uns die vegetativen Reaktionen und der konstitutionell bestimmte Reaktionsablauf auf ein äußeres Geschehen zu sein. Diese beiden Faktoren, aufs engste untereinander verbunden, bestimmen in vielleicht noch größerem Maße, wie psychische Einflüsse dies zu tun vermögen, den Ausfall der Prüfungen. Es erschweren uns ganz besonders jene Kranken, die durch eine ausgesprochene Labilität des vegetativen Nervensystems gekennzeichnet sind, die Bewertung und die Vergleichbarkeit der Funktionsprüfungen. Die zahlreichen Kranken, die mit neurasthenischen Beschwerden die Klinik aufsuchen, zeigen uns, auf Grund ihrer abwegigen, abnormen Reak-

tionsformen mannigfaltige Untersuchungsergebnisse. Gerade bei solchen Patienten gibt uns mitunter das Ergebnis der Herz- und Kreislauffunktionsprüfung ein völlig irreführendes Bild. Diese Feststellung beweist zur Genüge, daß durch eine einseitige Ueberwertung der Funktionsprüfungen leicht ein Fehlurteil möglich ist.

3. Sehr häufig wird gegen die Verwendung der Blutdruckmessung in den Funktionsprüfungen der Einwand erhoben, daß der Blutdruck nicht nur von der Herzkraft, sondern auch vom Tonus, von der Elastizität und von der Füllung der Gefäße abhängig ist. Es wird weiter die Veränderlichkeit des Blutdrucks auf äußere Einflüsse angeführt: die Höhe des Blutdrucks ändert sich durch eine aufgenommene große Nahrungsmenge, bei reichlicher Flüssigkeitszufuhr, nach Nikotingenuß und insbesondere auch nach körperlicher Betätigung. Der Blutdruck steigt bei einer CO 2 Ueberladung des Blutes. Magnus Alsleben betont, daß die Blutdruckmessung uns viel eher über die Anpassungsfähigkeit der Vasomotoren an Leistungen und an geänderte Verhältnisse Schlüsse erlaubt, als über die Funktion des Herzens. Dieser Einwand wird jedoch dadurch entkräftet, daß wir nicht eine Funktionsprüfung des Herzens zum Ziel haben, sondern eine Prüfung von Herz- und Kreislauffunktion. Selbstverständlich wird man versuchen die oben angegebenen, leicht faßbaren Störungsmöglichkeiten zu vermeiden.

4. Die früher angeführten Einwände und Gesichtspunkte sollen in diesem Zusammenhang nochmals erwähnt werden: Jede körperliche Arbeitsleistung, auch wenn sie unter denselben äußeren Bedingungen erfolgt, bedeutet eine wechselnde relative Größe, die sich für jeden Kranken ändert.

5. Die Leistungen des Herzens und des Kreislaufs können, gerade auch bei unserer Funktionsprüfung, nicht isoliert betrachtet werden. Es wäre richtiger von einer, auf Herz und Kreislauf gerichteten Leistungsprüfung zu sprechen. Diese Fehlerquellen und Schwierigkeiten, die nicht zu vermeiden sind, verlangen stets eine besondere, niemals als starr empfindbare Auswertung der Ergebnisse.

An der Tübinger Medizinischen Klinik wird daher die Funktionsprüfung immer nur in Verbindung mit der Anamnese, dem klinischen Befund und anderen Untersuchungsergebnissen angewandt. In der Beurteilung des Krankheitsgeschehens, in der Stellung der Prognose, nimmt dann die Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs i h r e n Platz ein: sie stellt lediglich einen Baustein in der Hand des Arztes dar, hilft mit das Bild des Krankheitsgeschehens zu ergänzen, abzurunden. Eine Ueberwertung der Funktionsprüfung soll damit ausgeschlossen werden.

Bei all den Kranken wird in der Tübinger Medizinischen Klinik mit der kleinen Funktionsprüfung auf der Treppe begonnen. Die Methodik und Technik dieser Prüfung wird im einzelnen weiter unten geschildert. In den meisten Fällen genügen die so

gewonnenen Ergebnisse zur Beurteilung. Gibt jedoch diese Funktionsprüfung kein klares Bild, so wird an einem anderen Tage eine größere Herzfunktionsprüfung angeschlossen. Ein längerer Fußmarsch mit beträchtlicher Steigung (der Höhenunterschied beträgt 110 m) ist die Arbeitsleistung, die der Kranke zu vollbringen hat. Blutdruck, Puls und Atmung werden an dem gut ausgeruhten Kranken vor Beginn des Marsches gemessen. Ein Wärter oder eine Schwester hat den Kranken zu begleiten und zu beobachten. An genau festgelegten Punkten (nach 650, nach 950 und 1800 m) werden Puls und Atmung kontrolliert. Bemerkt der Wärter, daß die Anstrengung für den zu Untersuchenden zu schwer wird, so hat er den Marsch abzubrechen.

Nach der Rückkehr werden sofort Blutdruck, Puls und Atmung bestimmt und dann in Abständen von 2 Minuten weiterkontrolliert. Kehren innerhalb von 10 Minuten die Werte nicht zur Norm zurück, wird in Abständen von 5 Minuten bis zur Erreichung der Ausgangswerte weitergemessen. Die Ergebnisse werden tabellenmäßig aufgeführt. Die Auswertung erfolgt nach denselben Gesichtspunkten, die auch für die einfache Funktionsprüfung gelten und weiter unten angeführt werden.

Selten besteht Veranlassung, bei Leuten, die beruflich viel zu gehen haben, die also ständig in einem guten Training stehen (Briefträger, Landarbeiter) eine Erweiterung des Marsches anzuschließen, so werden die Kranken auf einen bis zu 14 km langen Marsch geschickt. Die Höhenunterschiede betragen hierbei ungefähr 250 m auf dem Hin- und Rückweg. Die Auswertung ist dieselbe wie bei den anderen Herzfunktionsprüfungen.

Um nun die Möglichkeit einer kritischen Bewertung der einfachen Funktionsprüfung durch Treppensteigen zu besitzen, um eine genaue Kenntnis der Reaktion des herzgesunden Organismus zu erlangen, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Anzahl Herzgesunder nach dieser Methode untersucht. Bei 73 Kranken der Klinik, Männern und Frauen jeden Alters und Gewichts, wurden, unter besonderer Beachtung derselben äußeren Bedingungen, Funktionsprüfungen des Herzens und des Kreislaufs durchgeführt. Zum Vergleich wurden noch 2 Herzkranke mit aufgeführt, deren Krankengeschichte weiter unten kurz angegeben wird.

Das wesentliche der Methode ist, wie bereits angegeben, die gleichzeitige Bestimmung von Blutdruck, Atmung und Pulszahl vor und nach einer Arbeitsleistung. Da die Tätigkeit des Treppensteigens jedem Kranken zur Genüge vertraut ist, glauben wir wirklich eine Arbeit von unseren Kranken zu verlangen, die den täglichen Anforderungen des Lebens mit am unmittelbarsten entspricht. Daß die psychischen Rückwirkungen einer solchen Arbeitsleistung, im Gegensatz zu der Tätigkeit an Ergometern oder zu der Arbeit, die andere Methoden von den Kranken verlangen (z. B. dosierte Arbeitsleistung eines Fußes) eine sehr kleine Rolle spielen, dürfte von großer Bedeutung sein. Gerade die einfachen Kranken aus dem Bauern- und Arbeiterstande zeigen ja allen

ihnen unbekannten Anforderungen gegenüber eine solch große Scheu, daß es uns dringend geboten scheint, dieser einfachen Arbeitsleistung des Treppensteigens vor allen anderen Vorschlägen den Vorzug zu geben.

Bei allen Prüfungen benützen wir die gleichen Treppen: über zwei Stockwerke ist von oben nach unten und umgekehrt zu schnell zu gehen. Der Untersucher geht selbst mit der Uhr in der Hand mit und gibt so das Tempo an. Wir glauben so am ehesten das Recht zu haben, die verschiedenen Ergebnisse untereinander vergleichen zu können.

Die Einzelheiten eines Untersuchungsganges sind folgende: in der Nähe der Treppe kann sich der Prüfling in einem Sessel kurze Zeit ausruhen, erst dann werden die Ruhewerte bestimmt. Mit der Blutdruckmanschette nach Recklinghausen am Arm läuft nun der Kranke 50 Treppenstufen in etwa 14 Sekunden hinunter und sofort wieder in 18 Sekunden hinauf. Das angegebene Tempo haben wir nach unseren Erfahrungen bestimmt. Es war auch unseren älteren Prüflingen fast immer möglich diese Zeiten einzuhalten. Die jüngeren Kranken, die wir untersuchten, mußten wir sogar oft zum langsameren Laufen anhalten.

Sofort nach dem Treppensteigen wurden die Messungen vom Prüfenden und einer Hilfsperson vorgenommen und dann 5 mal in Abständen von 2 Minuten wiederholt. Weitere Messungen wurden noch nach 15 und 20 Minuten durchgeführt. Waren bis dahin die erhaltenen Werte noch nicht zum Ausgangspunkt zurückgekehrt, so kontrollierten wir nach 30 und 45 Minuten nochmals.

Die Beurteilung der kurven- und tabellenmäßig aufgeführten Ergebnisse erfolgte nach jenen Gesichtspunkten, die von zahlreichen Autoren in verschiedenen Arbeiten zur Bewertung der Funktionsprüfungen an Herzkranken gegeben wurden.

1. Bei geschwächtem Herzmuskel ist ein langsamerer Rückgang der Pulsfrequenz zum Ausgangswert festzustellen als bei gesundem Herzen.

2. Bei einer krankhaften, unökonomischen Herzfunktion kommt es häufig zu einer starken Erhöhung der Pulsfrequenz.

3. Auf die Aenderungen der Pulsqualitäten, insbesondere auf u. U. auftretende Unregelmäßigkeiten ist besonders zu achten.

4. Die Blutdrucksteigerung verschwindet bei einem leistungsunfähigen Herzen langsamer als beim gesunden Herzen.

5. Darüber hinaus sinkt der Blutdruck oft unter den Ausgangswert zurück und erreicht diesen erst sehr spät wieder.

6. Eine nur geringe Erhöhung des systolischen Blutdrucks nach geleisteter Arbeit wird als ein Zeichen der Leistungsunfähigkeit des Herzens bezw. einer Herzermüdung angesprochen.

7. Auch eine starke Erhöhung des systolischen Blutdrucks deutet in der gleichen Richtung.

8. Eine auffallende Vertiefung der Atmung ist, ebenso wie eine starke Erhöhung der Atemfrequenz, als Zeichen einer verminderten Herzfunktion anzusprechen, wenn Erkrankungen der Atmungsorgane ausgeschlossen werden können.

9. Eine zyanotische Verfärbung der Lippen, des Gesichts ist zu beachten.

10. Ferner ist auch eine Aenderung des gesamten Verhaltens bei der Beurteilung zu berücksichtigen.

Nach den eben angegebenen Grundsätzen haben wir nun die Ergebnisse der an 75 Kranken durchgeführten Herzfunktionsprüfungen beurteilt. Wir fanden bei unseren als herzgesund geltenden Untersuchten mehrfach Funktionsprüfungen die als pathologisch zu bezeichnen sind. Andererseits bewiesen unsere Prüfungen auch in Verbindung mit den angeforderten EKG bei mehreren Kranken, die keinerlei subjektive Herzbeschwerden hatten, keine Dekompensationserscheinungen aufwiesen, eine Arbeitsinsuffizienz. Wir wollen später im einzelnen über diese Fälle berichten.

Die Tabellen I—VIII zeigen das Verhalten des Blutdrucks und des Pulses. Die Art der Anordnung läßt unmittelbar Vergleiche mit dem Alter der Patienten zu.

Was schließen wir aus diesen Tabellen im einzelnen?

1. Ohne weiteres ist aus den Tabellen I—VIII zu erkennen, daß bei den von uns untersuchten Männern und Frauen das Alter in keiner Weise einen bestimmten Einfluß auf das Verhalten von Blutdruck und Puls erkennen läßt. Die Rückkehr des Blutdrucks und Pulses zur Norm stehen bei beiden Geschlechtern mit dem Alter in keinem erkennbaren Zusammenhang. Ebenso ist die Steigerung von Puls und Blutdruck in keine Abhängigkeit zum Lebensalter zu stellen. Wir können also bei den von uns untersuchten Herzgesunden, in Beziehung auf ihr Alter, nur eine gleichmäßige Verteilung und ein gleichsinniges Verhalten beobachten.

Es soll an dieser Stelle bemerkt werden, daß auch keinerlei feste Beziehungen zwischen dem Körpergewicht des Prüflings und der Puls- und Blutdrucksteigerung gefunden werden konnten. Es wäre verständlich, wenn bei einer größeren Uebersicht über Funktionsprüfungen, die bei Herzkranken gewonnen wurden, eine Abhängigkeit oder gewisse Zusammenhänge mit dem Körpergewicht festgestellt werden könnten. Beim Herzgesunden hat jedoch das Gewicht weder auf die Verlaufsart der Blutdruckkurve noch auf die Aenderung der Pulsfrequenz einen Einfluß.

2. Tabelle I und II zeigen, daß der Blutdruck im Durchschnitt nach etwa 6 Minuten seinen Ausgangswert wieder erreicht hat. Eine verspätete Rückkehr zur Norm braucht für ein krankhaftes Geschehen nicht beweisend zu sein, erfordert aber stets eine eingehende Ueberprüfung und Beachtung.

3. Die Rückkehr des Pulses erfolgt gewöhnlich, wie aus Tabelle III und IV hervorgeht nach 5 Minuten. Abweichungen nach unten und oben sind häufig und lassen keinerlei Rückschlüsse auf eine geschädigte Funktion des Herzens und des Kreislaufs zu.

Männer: Tabelle I.

Zeitdauer der Rückkehr des Blutdrucks zum Ausgangswert

Rückkehr zur Norm	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60-70	Alter in Jahren
2—4'	1	3	3	1	2	—	
4—6'	4	9	5	4	5	—	
6—8'	—	4	2	1	—	—	
8—10'	—	1	—	—	—	—	
10—15'	—	1	—	—	1	—	
15—20'	—	1	—	1	—	1	

Frauen: Tabelle II.

Zeitdauer der Rückkehr des Blutdrucks zum Ausgangswert

Rückkehr zur Norm	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60-70	Alter in Jahren
2—4'	2	2	4	2	1	—	
4—6'	1	5	4	—	1	—	
6—8'	—	—	—	1	1	—	
8—10'	—	—	1	—	—	—	
10—20'	—	—	—	—	—	—	

Männer: Tabelle III.

Zeitdauer der Rückkehr des Pulses zum Ausgangswert

Rückkehr zur Norm	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60-70	Alter in Jahren
2—4'	—	11	3	2	2	—	
4—6'	4	5	5	2	6	—	
6—8'	1	2	1	2	—	—	
8—10'	—	1	—	—	—	—	
10—15'	—	—	1	—	—	1	
15—20'	—	—	—	1	—	—	

Frauen: Tabelle IV.

Zeitdauer der Rückkehr des Pulses zum Ausgangswert

Rückkehr zur Norm	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60-70	Alter in Jahren
2—4'	2	3	3	1	1	—	
4—6'	1	4	4	1	—	—	
6—8'	—	1	—	1	1	—	
8—10'	—	—	1	—	1	—	
10—20'	—	—	—	—	—	—	

Männer: Tabelle V.

Steigerung des Blutdrucks in Prozenten über den Ausgangswert

Steigerung in Proz.	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60-70	Alter in Jahren
bis 10 %	—	—	—	1	1	—	
10—20 %	1	1	1	2	1	—	
20—30 %	2	3	4	3	4	—	
30—40 %	—	8	4	1	—	—	
40—50 %	1	6	1	—	—	1	
50—60 %	1	1	—	—	1	—	
60—70 %	—	—	—	—	1	—	

Frauen: Tabelle VI.

Steigerung des Blutdrucks in Prozenten über den Ausgangswert

Steigerung in Proz.	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60-70	Alter in Jahren
bis 10 %	—	—	—	—	—	—	
10—20 %	2	2	3	1	—	—	
20—30 %	1	6	4	1	1	—	
30—40 %	—	—	1	—	1	—	
40—50 %	—	—	—	—	1	—	
50—60 %	—	—	—	—	—	—	
60—70 %	—	—	—	1	—	—	

Männer: Tabelle VII.

Steigerung des Pulses in Prozenten über den Ausgangswert

Steigerung in Proz.	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60-70	Alter in Jahren
bis 10 %	—	1	1	—	—	—	
10—20 %	1	4	3	2	1	—	
20—30 %	—	8	3	2	—	—	
30—40 %	—	1	—	1	1	—	
40—50 %	—	2	1	1	2	—	
50—60 %	2	—	1	—	3	—	
60—70 %	—	1	—	—	1	1	
70—80 %	2	—	1	1	—	—	
80—90 %	—	—	—	—	—	—	
90—100 %	—	1	—	—	—	—	
100—110 %	—	1	—	—	—	—	

Frauen: Tabelle VIII.

Steigerung des Pulses in Prozenten über den Ausgangswert

Steigerung in Proz.	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60-70	Alter in Jahren
bis 10 %	—	—	—	—	—	—	
10—20 %	2	2	3	1	—	—	
20—30 %	1	6	4	1	1	—	
30—40 %	—	—	1	—	1	—	
40—50 %	—	—	—	—	1	—	
50—60 %	—	—	—	—	—	—	
60—70 %	—	—	—	1	—	—	

Die Werte, die wir erhielten, stehen in einem gewissen Gegensatz zu den Angaben, die im Schrifttum zu finden sind. In der Arbeit von Spohr und Lampert wird z. B. mitgeteilt, daß die Pulsfrequenz in der Mehrzahl der Fälle innerhalb einer Minute zum Ruhebereich absinkt.

4. Die Steigerung des Blutdrucks (Tabelle V und VI) beträgt bei unserer Belastung im Mittel 25—35 %. Es sind starke Ueberschreitungen nach unten und oben festzustellen, ohne daß immer der Nachweis eines krankhaften Geschehens erbracht werden könnte.

5. Tabelle VII und VIII zeigen, daß die Steigerung der Pulsfrequenz über den Ausgangswert im Durchschnitt zwischen 15 und 35 % schwankt.

Die getrennte Betrachtungsweise der Atemfrequenz erlaubt in vielen Fällen keine bestimmten Schlüsse auf die Auswertung der Funktionsprüfung. Wir fanden wohl eine durchschnittliche Zunahme der Frequenz um 6—8 Atemzüge in der Minute. Das sehr verschiedene Verhalten der Atmung, die verschiedene Atemart „und Atemtechnik“ nach der Prüfung, fielen aber immer wieder besonders auf. Während die einen in regelmäßigen, tiefen Zügen atmeten, begannen die anderen, oft auch unter dem besonderen Eindruck des Zählens oberflächlich, keuchend und in unregelmäßigen Abständen zu atmen. Wir gewannen im Laufe der Untersuchungen immer mehr den Eindruck, daß gerade die Atmung als jederzeit veränderbare Größe bei vielen Kranken als der Spiegel und Ausdruck ihrer eigenen Wünsche und Ziele zu deuten ist. Gutachtenfälle, Neurastheniker und jene Kranken, die nur widerstrebend die Prüfung über sich ergehen ließen, versuchten sich häufig in eine, sie selbst krankhaft anmutende Atmung zu flüchten. Die klare Verlaufsform der Blutdruck- und Pulswerte, das Fehlen jeder Zyanose ließen jedoch sofort erkennen, daß kein

krankhaftes Geschehen das unregelmäßige Atmen bedingte. Diese Beobachtung verdient besondere Beachtung, da häufig das Verhalten der Atmung allein als ein Maß für die Funktionstüchtigkeit des Herzens und des Kreislaufs verwertet wird. In manchen Fällen ist jedoch die Atemnot der Kranken, bei normalem Verhalten von Blutdruck und Puls, durch eine Erkrankung der Lungen oder der Bronchien erklärt. Wir fanden so bei mehreren Kranken mit asthmatoider Bronchitis und Emphysem eine unregelmäßige, arhythmische, sich sprunghaft um den Ruhewert bewegende Atemfrequenz. Wir glauben durch Tabelle IX dieses Verhalten deutlich zeigen zu können.

Tabelle IX.

Beispiel einer unregelmäßigen arhythmischen Atmung

vorher	sofort	2'	4'	6'	8'	10'
28	34	32	28	30	24	26

Bei pathologischen Ergebnissen der Blutdruck- und Pulskurve vermag eine Dyspnoe der Kranken unsere Annahme eines krankhaften Verhaltens von Herz und Kreislauf zu stützen und zu erhärten.

Das wirkliche Bild einer Herz- und Kreislauffunktionsprüfung vermittelt am besten die Tabelle des einzelnen Versuchs oder die kurvenmäßige Wiedergabe der gefundenen Werte (s. Tabelle X und Figur I).

Wir finden ein rasches Ansteigen von Blutdruck und Puls bis zu einem Maximum. Sofort beginnt jedoch der Abfall der Werte. Nach etwa 4 Minuten hat der Blutdruck seinen Ausgangswert erreicht und schwankt um diesen. Auch die Pulsfrequenz zeigt nach ihrem Rückgang zur Norm wieder ihre frühere Konstanz. Wie bereits erwähnt, erhebt sich die Atmung im Durchschnitt um 8 Atemzüge über ihren Ruhewert und erreicht diesen ebenfalls nach 4—6 Minuten wieder.

Tabelle X.

Funktionsprüfung eines 44jährigen Patienten
(Klinische Diagnose: Spastische Obstipation).

	Blutdruck in mm Hg.	Pulszahl pro Minute	Zahl der Atemzüge pro Minute
vorher	125/85	80	18
sofort nach Belastung	155/76	128	26
2' später	141/74	100	22
4' später	126/79	85	20
6' später	123/80	80	18
8' später	125/81	78	18
10' später	126/79	80	20
15' später	126/82	80	18
20' später	124/83	80	18

Tabelle XI.

	Name	Alter	Blutdruck		Puls		Atmung	Klinische Diagnose	Besonderheiten
			Rückkehr z. Norm	Steigerung in %	Rückkehr z. Norm	Steigerung in %			
I.	G. M.	47	2′	6 %	20′	30 %	Dyspnoe keuchend	Asthmatoide Bronchitis	Absinken unter die Norm, Cyanose
II.	J. E.	55	10′	27 %	4′	64 %	normal	Emphysem Bronchitis	Verlangsamte Rückkehr des Blutdrucks
III.	H. S.	38	4′	23 %	15′	77 %	unregelmäßig	Elephantiasis	Absinken unter die Norm, hoher Anstieg des Pulses
IV.	A. B.	25	20′	33 %	6′	18 %	normal	Diabetes	Langsame Rückkehr des Blutdrucks
V.	C. A.	61	15′	48 %	15′	62 %	beschleunigt	Cerebral und Aortensklerose	Verlangsamte Rückkehr d. Blutdrucks
VI.	D. B.	58	4′	27 %	4′	48 %	normal	Dekompensierte Hypertension	Kontrollfall
VII.	F. F.	48	20′	40 %	6′	42 %	Dyspnoe	Mitralfehler Myokardschaden	Langsame Rückk. d. Blutdrucks, Senkungsverzög., Kontrollfall
VIII.	E. B.	48	8′	38 %	4′	65 %	Unregelmäß. angestrengt	Klimakt. Beschwerden Leichter Myokardschaden	Atmung auffallend verändert.

Von Bedeutung erscheint uns jedoch, daß das Bild der gewonnenen Kurve beim Herzgesunden in zeitlich sehr weiten Grenzen zu schwanken vermag (Figur II). Ganz besonders geschieht die Rückkehr des Blutdrucks zur Norm in einer bestimmten Zeitbreite (von der 2. bis 10. Min.), innerhalb derer der Schluß auf ein krankhaftes Geschehen nicht erlaubt ist. Die Höhe des Blutdruckanstieges und die Frequenz des Pulses, können sich in weiten Grenzen bewegen, ohne den Charakter des Kurvenbildes wesentlich zu ändern. Den zunächst schnellen Abfall des Blutdrucks und des Pulses vom Maximum hat diese Kurve in Figur II gemeinsam mit der Figur I. Bei dieser beobachten wir dann jedoch ein sehr lange dauerndes und langsames Zurückgehen der Kurven zum Ruhebereich, wie es bei verminderter Leistungsfähigkeit des Herzens oft beschrieben wurde.

Rein zahlenmäßig gehören von unseren 75 Untersuchten 47 dem Kurvenverlauf der Figur I an, 18 Fälle dem der Figur II. Ein relativ hoher Prozentsatz, 24 % geben uns also Werte, die bei einer oberflächlichen isolierten Betrachtungsweise auf ein krankhaftes Geschehen verdächtig sein könnten.

Daß alle extremen Abweichungen von diesen Werten, wie sie der Kurventyp II andeutet, zum pathologischen Geschehen überführen und ein pathologisches Geschehen wiedergeben können, ist sicher. Es erscheint nach diesen Beobachtungen unmöglich für unsere Funktionsprüfung bestimmte Zahlen und Zeiteinheiten als feste Grenzwerte zu erkennen und entsprechend hervorzuheben. Wir haben mit Recht auf die Unmöglichkeit hingewiesen, die Beurteilung und die Betrachtungsweise eines gesunden, umsomehr aber auch eines krankhaften Geschehens alleine auf einer von solch zahlreichen Faktoren abhängenden Prüfung aufzubauen. Eine sachgemäße Kritik und die Verbindung mit anderen Untersuchungsmethoden vermögen allein unserer Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs den Wert zu geben, den sie zu beanspruchen vermag.

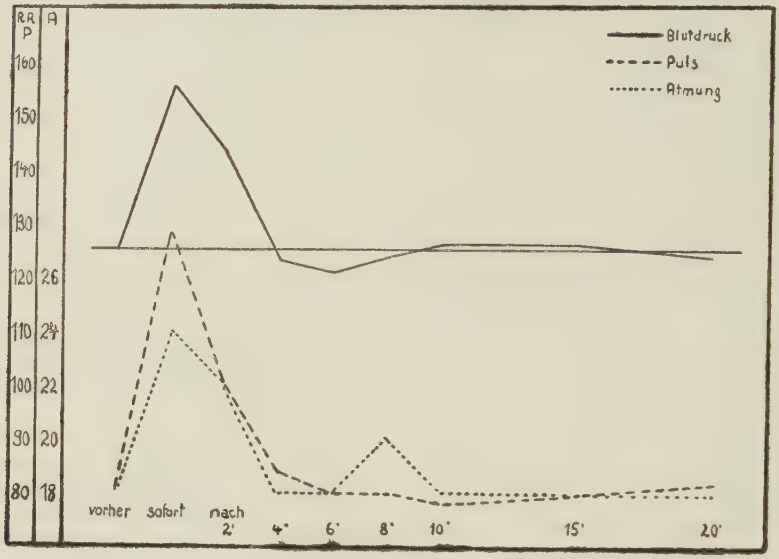
Unter den 73 Männern und Frauen, die wir als Herzgesunde untersuchten, wiesen aber nun nicht alle jenen, oben als in den Grenzen der Norm bezeichneten Verlauf der Kurven auf. Bei 8 Untersuchten, dies sind 11 %, fanden wir abweichende Ergebnisse, die wir im einzelnen besprechen wollen. Weiter erhielten wir bei einem Patienten (Kontrollfall) einen normalen Verlauf der Kurve, obwohl das klinische Gesamtbild ein anderes Ergebnis erwarten ließ. Auch dieser Fall soll, genau wie der zweite Kontrollfall, genauer beschrieben werden.

Die Tabelle XI gibt uns eine rasche Uebersicht über die zahlenmäßigen Ergebnisse und die Eigentümlichkeiten der im folgenden genau beschriebenen Fälle. Aus der Spalte „Besonderheiten" sind die in der Funktionsprüfung auffallenden Befunde zu entnehmen.

1. G. M. ein Landwirt, ist seit mehreren Jahren der Klinik wegen seiner asthmatoiden Bronchitis bekannt. In der Familien-

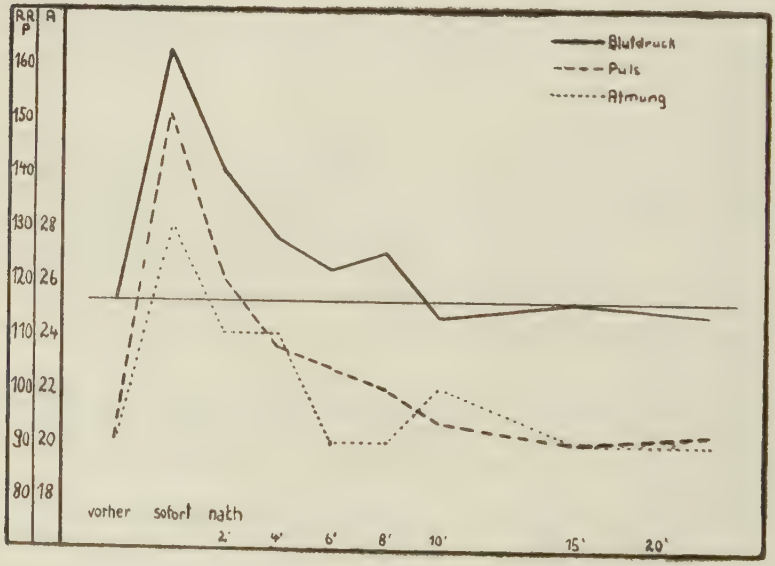
Figur I.

Kurvenbild der Funktionsprüfung eines 44jähr. Patienten



Figur II.

Verlangsamte aber noch normale Rückkehr des Blutdrucks zur Norm

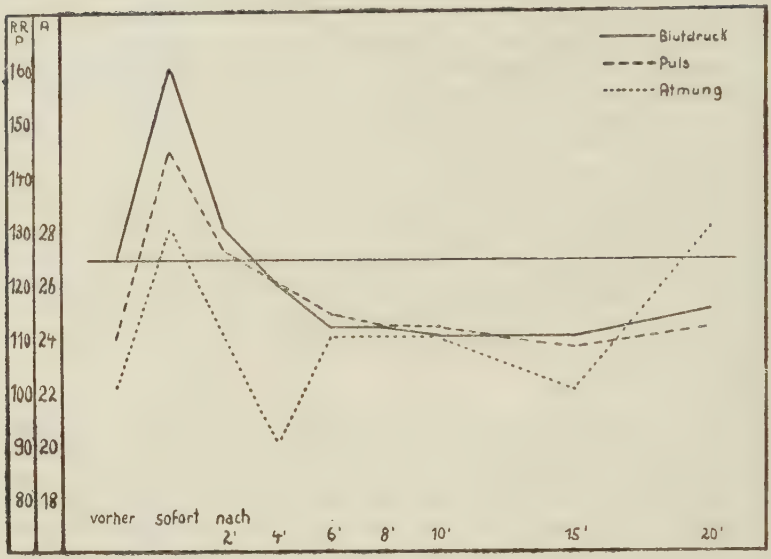


anamnese fällt die Angabe auf, daß der Vater an Lungenerweiterung und Bronchitis gestorben ist. Der Kranke hat seit 1925 Atembeschwerden, die sich besonders im Winter verschlimmern. Der klinische Befund ergab 1932 die bereits oben angeführte Diagnose. Am Herzen selbst war damals kein pathologischer Befund zu erheben, die Grenzen waren in der Norm, die Herztöne rein, das E.K.G. ohne Besonderheiten. Es wurde nun bereits 1932 eine Herz- und Kreislauffunktionsprüfung durchgeführt. Der Vergleich der Figur III, die diese Funktionsprüfung von 1932 wiedergibt, mit dem jetzt gewonnenen Kurvenbild, (Figur IV) läßt interessante Rückschlüsse zu. Beide Kurven zeigen ein tiefes Absinken der Blutdruckwerte unter die Norm. Bei der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Funktionsprüfung betrug der Blutdruckwert nach 50 Minuten noch 114/65, zeigte also keine starke Tendenz seine frühere Normallage wieder zu erreichen. Auffallend ist jedoch, daß der Blutdruck sich heute nur 7 mm Hg. über seinen Ruhewert erhebt, während diese Steigerung 1932 noch 36 mm Hg. betrug.

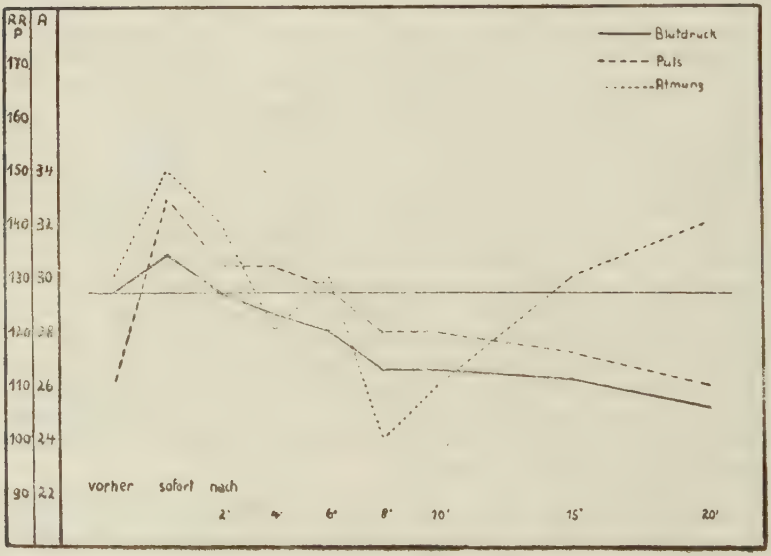
Diese Feststellung spricht sicherlich für eine verminderte Leistungsfähigkeit des Herzens. Weiterhin ist heute auch die Pulslage eine auffallend hohe, die Rückkehr zu den Ausgangswerten erfolgt erst nach 20 Minuten. Die Atmung war sehr frequent, unregelmäßig und keuchend, es war auch eine erhebliche Zunahme der Cyanose während der Prüfung zu beobachten. Wenn wir nun zunächst die Zwischenanamnese erheben, so gibt der Kranke an, daß sich seine Beschwerden seit 1932 ständig verschlimmert hätten. Er ist außerordentlich empfindlich gegen Staub und Nebel geworden; er bekommt auch richtige Anfälle von Atemnot, hat dabei viel Husten, aber keinen Auswurf. Das klinische Bild zeigt uns eine deutliche Dyspnoe und Cyanose. Die orthodiagraphisch bestimmten Maße des Herzens waren auch jetzt normal, die Herztöne rein und ohne besondere Akzentuation, die Aktion regelmäßig. Im E.KG. war ein sicherer Myocardschaden nicht nachzuweisen. Zweifellos besteht hier ein Gegensatz zwischen den Ergebnissen der klinischen Untersuchung und dem Ausfall der Herzfunktionsprüfung. Es ist wohl nach dem Gesamtbild heute auf eine beginnende Herzmuskelinsuffizienz zu schließen, wenn auch nach dem E.K.G. ein sicherer Myocardschaden nicht nachzuweisen ist. Der ausgesprochen pathologische Ausfall der Funktionsprüfung ist jedoch durch den klinischen Befund nicht genügend erklärt. Auffallend ist ja auch, daß bereits 1932 die Funktionsprüfung pathologische Werte ergab, obwohl der klinische Befund keinerlei Besonderheiten an Herz und Kreislauf zeigte und die asthmatoide Bronchitis noch nicht so in Erscheinung trat wie heute. Es ist auch anzunehmen, daß in dieser Funktionsprüfung die durch das Asthma bedingte vermehrte Belastung des rechten Herzens zum Ausdruck kommt.

Darüber hinans scheint aber hier ein Fall vorzuliegen in dem uns ein beginnendes Organgeschehen zuerst durch den Ausfall

Figur III.
Funktionsprüfung des G. M. von 1932



Figur IV.
Funktionsprüfung des G. M. von heute



der Funktionsprüfung deutlich gemacht wird. Dieses Beispiel vermag zu zeigen, daß unsere Funktionsprüfung wirklich in der Lage ist das klinische Bild zu ergänzen, ja daß sie sogar zum ausschlaggebenden Untersuchungsfaktor zu werden vermag.

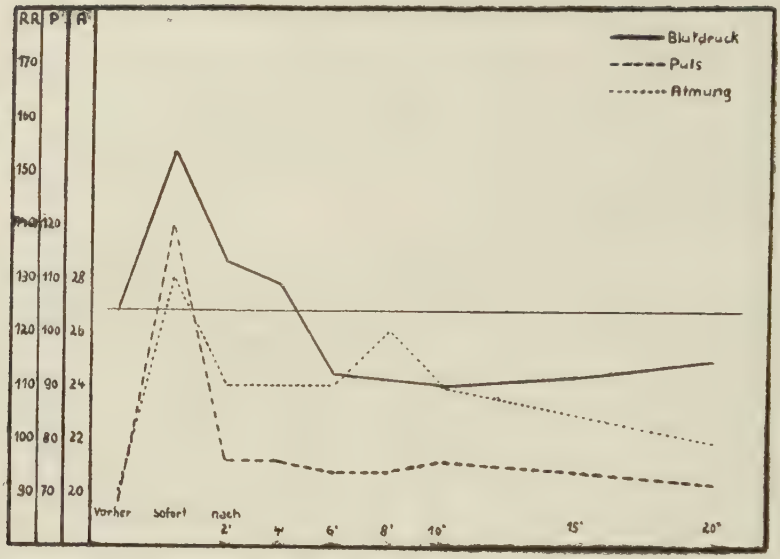
2. J. E., 45 Jahre, leidet an chronischer Bronchitis und Emphysem. Die klinische Untersuchung des Herzens und das E.K.G. ergaben keine Besonderheiten. Der Blutdruck erreicht jedoch seinen Ausgangspunkt erst nach 12 Minuten wieder. Der Verlauf der Pulskurve, die Atmung sind normal. Auch hier muß das verlangsamte Absinken des Blutdrucks zur Norm in ähnlicher Weise wie in Fall 1 gedeutet werden.

3. H. S. ein 28jähriger Bäckermeister, hat nach wiederholten Erysipelen beider Beine und des rechten Armes hochgradige Schwellungen an den Unterschenkeln und am rechten Vorderarm bekommen, die im Sinne einer Elephantiasis zu deuten sind. S. ist in sehr gutem Ernährungs- und Kräftezustand, von ausgesprochen athletischem Körperbau. Die Untersuchung von Herz, Lungen und Nieren, das E.K.G. ergaben einen völlig normalen Befund. Und nun finden wir in der Herz- und Kreislauffunktionsprüfung dieses auffallend lange Absinken des Blutdrucks unter den Ausgangswert (Figur V). Erst nach einer Stunde wird dieser Ruhewert wieder erreicht. Der Verlauf der Pulskurve, die Atmung waren normal. Wir glauben nicht, daß die bestehende, nicht besonders schwere Vasoneurose für dieses Absinken verantwortlich zu machen ist. Einen Zusammenhang zwischen der bestehenden Elephantiasis und dem Absinken der Blutdruckwerte zu finden, erscheint wohl unmöglich, da ja eine Schädigung des Herzens nicht vorliegt.

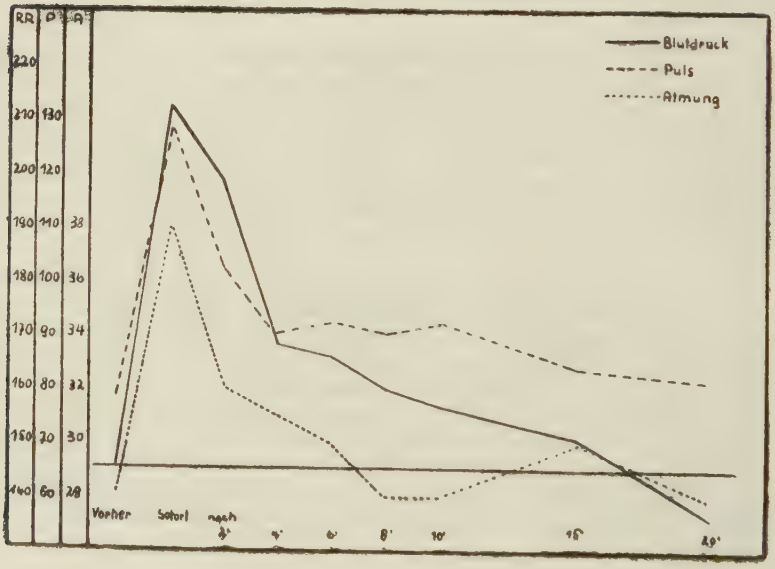
4. A. B., ein 25jähriger Diabeteskranker weist als einziges pathologisches Zeichen der Funktionsprüfung eine verlangsamte Rückkehr des Blutdrucks zur Norm auf. Der klinische Untersuchungsbefund ergab keinen Anhalt für ein krankhaftes Geschehen am Herz oder Gefäßen. Und trotzdem erreicht die Blutdruckkurve erst nach 20 Minuten ihren Ausgangswert wieder. Wir können diesen Ausfall nur durch die starke Psycholabilität, die nervöse, ängstliche Grundhaltung des Patienten erklären.

5. C. A., ein 61 Jahre alter Zuschneider, sucht die Klinik auf, da er schon nach geringer Nahrungszufuhr ein starkes Völlegefühl im Leib verspürt. Familienanamnese und die eigene frühere Vorgeschichte ergaben keine Besonderheiten. Der Kranke ist in einem sehr guten Ernährungs- und Kräftezustand, ein ausgesprochener Pykniker. Er hat keinerlei subjektive Beschwerden von Seiten des Herzens, er fühlt sich in letzter Zeit nur müde und kraftlos, besonders auch in den Armen und Beinen. Oft wurde ihm während der Arbeit schwarz vor den Augen; nach Nahrungsaufnahme bekam er häufig, neben seinem Völlegefühl, einen starken Brechreiz.

Figur V.
Funktionsprüfung des H. S.



Figur VI.
Funktionsprüfung des C. A.



Die klinische Untersuchung ergab die Diagnose: Leberzirrose, Cerebral- und Aortensklerose, Emphysem. Das Herz selbst bot keinen krankhaften Befund: die Grenzen waren in der Norm, die Töne wohl etwas paukend, aber rein, die Aktion regelmäßig. Dekompensationserscheinungen waren nicht nachzuweisen. Nach dem E.K.G. ist an einen beginnenden Myokardschaden zu denken, ein bestimmter Nachweis eines Herzmuskelschadens war jedoch nicht möglich. Neben der verlangsamten Rückkehr des Blutdrucks zur Norm ist auch der verzögerte Senkungsbeginn zu beachten. Nach 2 Minuten war immer noch ein systolischer Druck von 198 mm Quecksilber zu messen. Auch die Pulskurve, die Frequenz der Atmung zeigen, wie aus Figur VI zu entnehmen ist einen deutlich pathologischen Verlauf. In erster Linie wird man wohl den Ausfall dieser Prüfung auf die Sklerose der Aorta und der peripheren Gefäße, aber auch auf das bestehende Emphysem beziehen dürfen. Inwieweit ein beginnender Herzmuskelschaden diese Ergebnisse bedingte, ist wohl nicht zu erfassen.

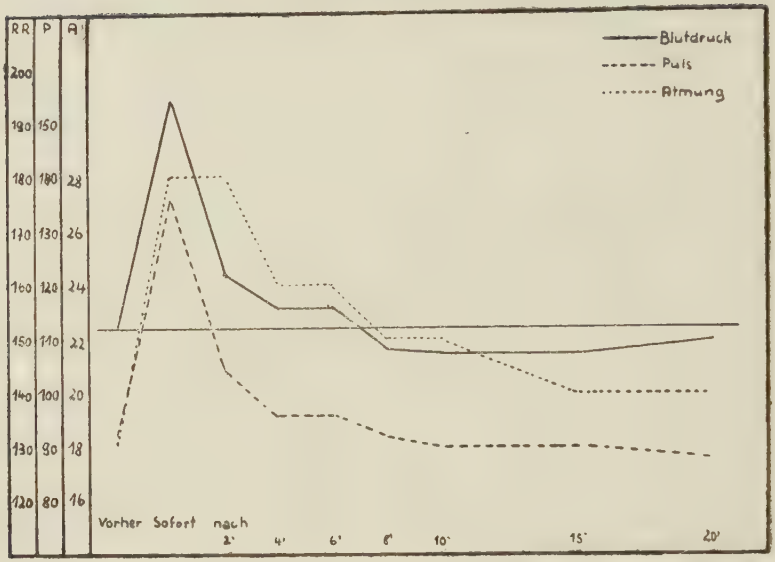
6. Kontrollfall. D. B., ein 58jähriger Bahnarbeiter, kommt zur Begutachtung in die Klinik. Er hat den ganzen Krieg ohne besondere Beschwerden mitgemacht. 1916 und 1925 wurde er wegen einer doppelseitigen Leistenhernie operiert, 1932 erkrankte er an einer akuten Polyarthritis. Einige Monate später bemerkte er, daß ihm beide Beine anschwollen, daß er nach körperlichen Anstrengungen rasch kurzluftig wurde.

Die Untersuchung ergab nun einen guten Ernährungs- und Kräftezustand, B. ist Pykniker. Der Kranke zeigte in Ruhe keine Cyanose, keine Dyspnoe, dagegen prätibiale Oedeme. Die Maße des Herzens waren nach dem Orthodiagramm: Mitte links 10,9, Mitte rechts 4,9 cm. Das Herz ist etwas quer gelagert. Der Herzspitzenstoß war etwas außerhalb der Medioclavicularlinie zu tasten, er war weder verbreitert, noch hebend. Ueber der Spitze war ein leises systolisches Geräusch zu hören, die Basistöne waren jedoch nicht betont. Die Aktion des Herzens war regelmäßig. Der Blutdruck betrug 152/88 mm Hg. Die Leber war 2 Querfinger unter dem Rippenbogen zu tasten. Nach dem E.K.G. bestand Verdacht auf einen beginnenden Myokardschaden. Die Diagnose lautete: dekompensierte Hypertension und Lebercirrhose.

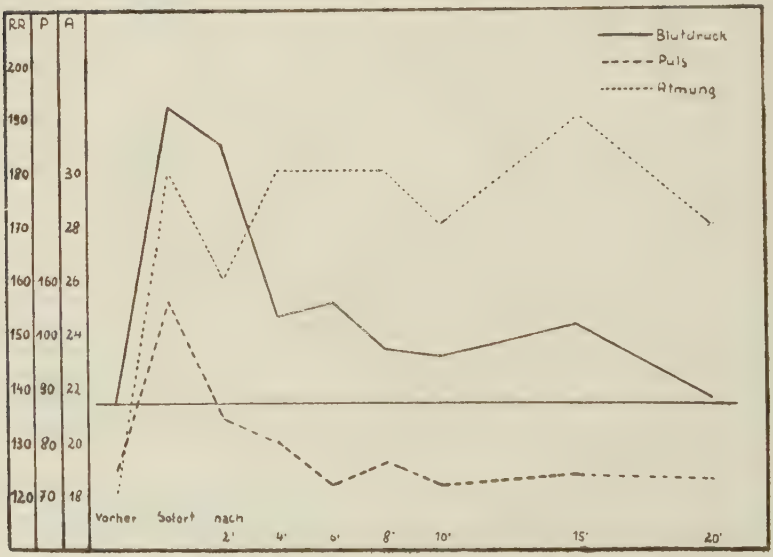
Der Verlauf der Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs erscheint völlig normal, s. Figur VII. Blutdruck und Puls erreichen nach 4 Minuten ihren Ausgangswert wieder, das leichte Absinken des Blutdrucks ist wohl kaum zu verwerten da es noch innerhalb der Fehlergrenze, die stets gegeben ist, liegt. Die Atemfrequenz ist wohl etwas gesteigert (von 18 auf 28 Atemzüge in der Minute). Trotz des eindeutigen klinischen Befundes erhielten wir also eine Funktionsprüfung, die nicht für ein pathologisches Geschehen spricht.

7. Kontrollfall. Der 48 Jahre alte F. F. sucht wegen seines Herzleidens unsere Klinik auf. Seit 1933 hat der Kranke immer wieder besonders nach körperlicher Anstrengung Herzbeschwerden.

Figur VII.
Funktionsprüfung des 58jährigen D. B.



Figur VIII.
Funktionsprüfung des 48jährigen F. F.



Er spürt starkes Herzklopfen, hat oft das Gefühl, als ob ihm das Herz stillstünde. Atemnot verspürt er nur nach starken Anstrengungen, Anschwellungen der Beine hat er noch nie beachtet. Im Mai 1935 erkrankte er an einem Gelenkrheumatismus in allen großen Gelenken. Seine Herzbeschwerden verstärkten sich, er wurde kurzluftig, die Knöchel schwollen ihm an.

Zur Zeit der Klinikaufnahme befindet sich der Kranke in einem mäßigen Ernährungs- und Kräftezustand. Er zeigte in Ruhe keine Dyspnoe, keine Cyanose und keine Oedeme. Die klinische Untersuchung des Herzens ergab eine Verbreiterung nach links und rechts, über der Spitze war ein präsystolisches und systolisches Geräusch zu hören, der zweite Pulmonalton war akzentuiert. Es bestand eine perpetuelle Arhythmie. Das E.K.G. ergab eine Hypertrophie des Vorhofs, Vorhofflattern, einen deutlichen Myocardschaden und ventrikuläre Extrasystolen. Stauungserscheinungen (vergrößerte Leber, Oedeme) waren nicht nachzuweisen. Blutdruckmessungen an verschiedenen Tagen ergaben Werte, die um 137/75 mm Hg. schwankten.

Der Verlauf der Herz- und Kreislauffunktionsprüfung ist aus Figur VIII zu entnehmen. Der Blutdruck bleibt nicht nur bis um die zweite Minute in der Nähe des Maximums, zeigt also einen verzögerten Senkungsbeginn, er sinkt auch sehr langsam und verspätet, nach 20 Minuten, zur Norm zurück. Auffallend ist das relativ normale Verhalten des Pulses. Bereits nach 5 Minuten hat die Pulsfrequenz ihren Ausgangswert wieder erreicht.

Spohr und Lampert wiesen in ihrer Arbeit ebenfalls darauf hin, daß man bei Herzkranken öfters ein völlig normales oder keineswegs dem klinischen Befund entsprechendes Verhalten des Pulses beobachte. Der Kranke zeigte weiterhin nach der Arbeitsleistung eine deutliche Cyanose der Lippen und eine langanhaltende Dyspnoe.

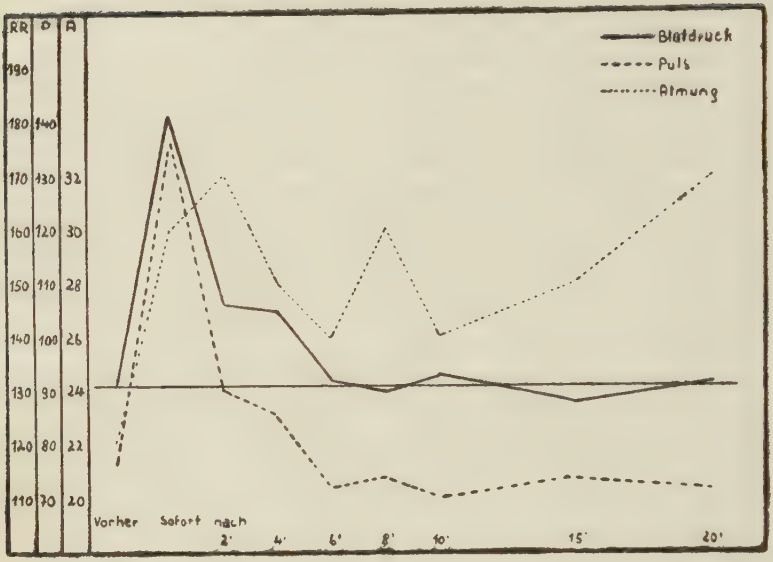
Die Ergebnisse dieser Funktionsprüfung zeigen, abgesehen von dem relativ normalen Verhalten des Pulses, eine völlige Uebereinstimmung mit dem klinischen Befund.

8. E. B., eine 48jährige Frau wird zur Begutachtung in die Klinik eingewiesen. Die Familienanamnese ergab keine Besonderheiten. Die Kranke selbst wurde 1918 wegen eines Morbus Basedow strumektomiert. 1933 bekam sie plötzlich starke Genitalblutungen und wurde deswegen in der hiesigen Frauenklinik operiert. Sie klagt nun über typische klimakterische Beschwerden, gibt aber auch noch an, daß sie seit einigen Monaten starke Atemnot verspüre.

Die Untersuchung des Herzens ergab eine leichte Verbreiterung nach links. Ueber der Spitze war ein leises präsystolisches und systolisches Geräusch zu hören. Die Basistöne waren nicht akzentuiert, die Aktion regelmäßig. Anzeichen für eine beginnende Dekompensation bestanden nicht. Im E.K.G. fand sich: Rechtsüberwiegen und die Zeichen einer leichten Myocardschädigung; der übrige Organbefund war ohne Besonderheiten.

Figur IX.

Funktionsprüfung der 48jährigen E. B.



Der Verlauf der Blutdruck und Pulskurven (s. Figur IX), liegt noch innerhalb der Norm; auf keinen Fall besteht die Möglichkeit aus diesen Kurven mit Sicherheit ein krankhaftes Geschehen ableiten zu können. Die Atmung war jedoch in einer auffallenden Weise verändert: sie war keuchend, unregelmäßig, angestrengt, aber nicht wesentlich vertieft. Der genaue Verlauf ist ebenfalls aus Figur IX zu entnehmen.

Es ist nicht mit Sicherheit festzustellen, ob der leichte Myocardschaden ursächlich für diese Art der Atmung anzuschuldigen ist. Wir glauben vielmehr in diesem Falle eine jener Frauen vor uns zu haben, die, wie wir bereits früher angedeutet haben, absichtlich Atemnot vorspiegeln um sich so nach ihrer Meinung mit größerer Wahrscheinlichkeit in den Besitz einer Rente zu setzen.

Da nun aber der klinische Befund, der Nachweis der leichten Myocardschädigung durch das E.K.G. ein krankhaftes Geschehen sichert, vermag ein solches Verhalten einer Kranken nur die Arbeit des Arztes zu erschweren. Und leider wird durch ein solches Verhalten der Wert einer Funktionsprüfung bedeutungslos.

Wir sind uns darüber klar, daß unsere Ergebnisse, insbesondere auch die Beschreibung der abnorm verlaufenden Einzelfälle, die Beurteilung des Wertes unserer Herz- und Kreislauffunktionsprüfung erschweren. Wir glauben bewiesen zu haben, daß eine einseitige, isolierte Betrachtungsweise einer Funktionsprüfung Anlaß zu großen Fehlurteilen geben kann. Weiterhin wurden aus der vorliegenden Arbeit die vielfachen Faktoren, die die Ursache eines unklaren, oft nicht genau erfaßbaren Ausfalls der Funktionsprüfung bedeuten, verständlich. Es ist also nach unseren Untersuchungen wohl immer die Möglichkeit gegeben, daß die Werte einer Funktionsprüfung dem klinischen Untersuchungsbefund nicht entsprechen. Diese Feststellung, die in einem relativ hohen Prozentsatz unserer Fälle getroffen werden mußte, weist mit besonderer Eindringlichkeit auf die Forderung hin, die wir immer wieder vertreten haben: Eine Funktionsprüfung kann immer nur d i e Aufgabe haben, als Baustein in der Hand des Arztes das klinische Gesamtbild abzurunden und zu ergänzen. Sie gewinnt erst im Rahmen der gesamten klinischen Untersuchung an Bedeutung.

Alle jenen Fälle, die mit Sicherheit eine Ruheinsuffizienz ergeben, brauchen durch eine Funktionsprüfung nicht weiter beschwert zu werden. Jene Arbeitsinsuffizienten jedoch, die den Arzt vor die schwierige Frage: Funktionstüchtig oder funktionsuntüchtig stellen, fordern stets eine genaue und eingehende Prüfung ihrer Herz- und Kreislauffunktion. Und doch ist gerade auch hier ein hohes Maß sachlicher Kritik und Sorgfalt notwendig, um die Ergebnisse der Funktionsprüfung richtig zu deuten. Wir möchten den Wert der Prüfung bestimmt nicht zu niedrig einschätzen, das Hauptgewicht möchten wir jedoch auf die Anamnese, die eingehende internistische Untersuchung, die klinische Beobachtung gelegt wissen. Die Ergebnisse der Funktionsprüfung haben dann erst in zweiter Linie als helfender, unterstützender Faktor bei der Auswertung des klinischen Gesamtbilds ihre Bedeutung. Wir vermeiden so mit größter Wahrscheinlichkeit jedes Fehlurteil und verfügen zugleich über ein wohlbegründetes Urteil der Leistungsfähigkeit des Herzens und des Kreislaufs unserer Kranken.

Zusammenfassung:

1. Es wird im ersten Abschnitt der vorliegenden Arbeit ein Ueberblick über die Wege und Methoden der Forschung nach einer brauchbaren Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs gegeben.

2. Die verschiedenen Arten der an der Tübinger Medizinischen Universitätsklinik zur Anwendung kommenden Funktionsprüfungen werden beschrieben.

3. Die Ergebnisse der an 73 Herzgesunden durchgeführten Herz- und Kreislauffunktionsprüfung werden nach verschiedenen Gesichtspunkten kritisch bewertet.

4. Die abnorm verlaufenden Fälle werden gemeinsam mit 2 Kontrollfällen eingehend besprochen.

5. Die Ergebnisse beweisen, daß eine einseitige Ueberwertung der Funktionsprüfung der Anlaß zu Fehlurteilen werden kann, da der Ausfall der Prüfungen von vielfachen, oft nicht klar und eindeutig erfaßbaren Faktoren abhängig ist. Dadurch ist eine sichere Bewertung erschwert. Es wird darauf hingewiesen, daß die Funktionsprüfung des Herzens und des Kreislaufs, wie wir sie hier in Tübingen durchführen, nur im Rahmen der gesamten klinischen Untersuchungsmethoden den Wert zu finden vermag, der ihr gebührt.

Am Schluß der Arbeit möchte ich meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. med. Bock für die Ueberlassung des Themas und seine Anleitungen danken.

Literaturverzeichnis.

1. Handbuch der Inneren Medizin, Band 2, Seite 224—228.
2. Edens, Krankheiten des Herzens, Seite 171—181.
3. Hoffmann, Lehrbuch der funktionellen Diagnostik und Therapie der Erkrankungen des Herzens und der Gefäße, Seite 248—270.
4. Magnus-Alsleben, Kli. Wo., Band 3, Nr. 1.
5. Matthes-Curschmann, Lehrbuch der Differentialdiagnose innerer Krankheiten: Die Funktionsprüfungen.
6. Romberg, Lehrbuch der Krankheiten des Herzens und der Blutgefäße, Seite 65—70.
7. Gräupner, D. Med. Wo. 1907, Nr. 16 und 17.
8. Waldvogel, Mü. Med. Wo. 1908, Nr. 35.
9. Mortensen, siehe Hoffman.
10. Strasburger, siehe Hoffmann.
11. Schrumpf, siehe Hoffmann.
12. van den Velden, siehe Hoffmann.
13. Rehfisch, Berl. Kli. Wo. 1915, Seite 1230.
14. Katzenstein, D. Med. Wo. 1904, Nr. 22 und 23.
15. Christen, siehe Hoffmann.
16. Weiß, Zeitschrift für experimentelle Pathologie und Therapie, Band 19.
17. Sahli, D. Med. Wo. 1907, Nr. 16 und 17.
18. Marey, siehe Hoffmann.
19. Alb. Müller, D. Archiv für klin. Medizin, 1909, Band 96.
20. Weber, Med. Kli. 1916, Nr. 23.
21. Wenkebach, Verh. des Kongr. für innere Medizin, 1914.
22. Kauffmann, Berl. Kli. Wo. 1921, Nr. 42.
23. Zuntz, Pflügers Archiv, Band 55.
24. Hochrein, Mü. Kli. Wo. 1930, Nr. 14.
25. Borgard, Kli. Wo. 1938, Nr. 3.
26. Spohr und Lampert, Mü. Kli. Wo. 1930, Nr. 11 und 12.
27. Barath über Spohr und Lampert, Mü. Kli. Wo. 1930, Seite 1234.
28. L. Fischer, Ernährungs-, Untersuchungs- und Behandlungsvorschriften.

Lebenslauf.

Am 9. Mai 1913 wurde ich als Sohn des Architekten Fritz Widmann und seiner Frau Anna in Stuttgart geboren. Nachdem meine Eltern, durch den Uebertritt meines Vaters in den Staatsdienst, nach Tübingen verzogen, besuchte ich hier die Elementar- und Oberrealschule. Im Frühjahr 1931 legte ich die Reifeprüfung ab und studierte anschließend in Tübingen und Königsberg Medizin. Im November 1936 beendete ich mein Medizinisches Staatsexamen in Tübingen. Als Medizinalpraktikant arbeitete ich zunächst $8^1/_2$ Monate in der Medizinischen Poliklinik, den Rest meines praktischen Jahres in der Medizinischen Klinik in Tübingen. Seit 1. Dezember 1937 arbeite ich als Volontärassistenzarzt in der Medizinischen Klinik.

Helmut Widmann.